



# ВПЛИВ РОСІЙСЬКОЇ ВІЙНИ В УКРАЇНІ НА КЛІМАТ

24 лютого 2022 – 1 вересня 2023

Ініціатива з обліку викидів парникових газів внаслідок війни

1 грудня 2023

# АВТОРИ

Ленард де Клерк (провідний автор)

Микола Шлапак

Анатолій Шмурак

Ольга Гасан-Заде

Олексій Михайленко

Адріан Кортуйс

Євгенія Засядько

Андрій Андрусевич

Іван Городиський

# ПОДЯКИ

За співпрацю й ідеї хочемо подякувати таким організаціям  
(а також окремим людям):

Міністерству захисту довкілля та природних ресурсів України

Національному центру обліку викидів парникових газів

Київській школі економіки

Національному університету біоресурсів і природокористування України

Національному університету «Львівська Політехніка»

One Click LCA

ТОВ «КТ-Енергія»

Мод Сарлів

Ставросу Пантазопулос

Графічний дизайнер: Даша Курінна

Контакти: Ленард де Клерк,  
lennard@klunen.com, +36 30 3662983  
www.linkedin.com/company/warbon



Ministry  
of Environmental Protection  
and Natural Resources  
of Ukraine



Initiative on  
GHG accounting  
of war

**екодія**  
ecoaction.org.ua

# ФІНАНСУВАННЯ

Цей звіт створений завдяки підтримці Європейського кліматичного фонду (ECF) та «Ініціативи з розвитку екологічної політики й адвокації в Україні» (EPAIU). Редагування й переклад здійснено за фінансування Федерального міністерства економіки та кліматичних дій Німеччини в рамках проєкту Міжнародної Кліматичної Ініціативи (IKI).

Мета EPAIU — розвиток організацій громадянського суспільства, інституційно спроможних, прозоро керованих, підзвітних та суспільно визнаних, які діють у сфері охорони довкілля та сприяють підвищенню якості й інклюзивності розроблення та реалізації екологічної політики через посилення участі громадянського суспільства у створенні, підтримці, впровадженні та моніторингу екологічної політики та заходів на всіх рівнях, а також підвищення обізнаності громадськості та попиту на проблемно-орієнтований, більш інклюзивний, ґрунтований на правах людини та конфліктно-чутливий підхід до екологічної політики й ухвалення рішень. Проєкт EPAIU реалізується Міжнародним фондом «Відродження» (МФВ) за фінансової підтримки Швеції.

Європейський кліматичний фонд (ECF) — це провідна благодійна ініціатива, яка працює над подоланням кліматичної кризи, сприяючи розвитку суспільства з нульовим рівнем викидів на національному, європейському та світовому рівнях. Ініціатива допомагає понад 700 партнерським організаціям проводити заходи задля реалізації нагальної та масштабної політики на підтримку цілей Паризької угоди, вести громадські обговорення кліматичних дій та забезпечувати соціально відповідальний перехід до економіки з нульовим рівнем викидів та сталого суспільства в Європі та в усьому світі.

Погляди, висновки чи рекомендації належать авторам цього звіту і не обов'язково відображають офіційну позицію МФВ та/або Уряду Швеції та/або ECF. Усю повноту відповідальності за зміст цього звіту несуть його автори.



## ЛІЦЕНЗІЇ

Опубліковано на умовах ліцензії Creative Commons Share Alike Attribution License (CC BY-SA 4.0). Ми всіляко заохочуємо вас поширювати й адаптувати звіт, але при цьому ви маєте вказувати авторів і назву, а також поширювати будь-який створений вами матеріал за тією самою ліцензією.

# ЗМІСТ

Подяки .....	2
Резюме .....	5
1. Вступ .....	12
2. Притягнення Росії до відповідальності .....	15
3. Усунення шкоди .....	28
4. Викиди ПГ за секторами	
4.1 Бойові дії .....	41
4.2 Пожежі.....	65
4.3 Біженці та ВПО .....	72
4.4 Цивільна авіація .....	74
4.5 Відбудова .....	79
Додаток .....	84

# РЕЗЮМЕ

Війна Росії проти України завдала значних спустошень, зокрема руйнувань або пошкоджень будинків, шкіл, лікарень та інших важливих громадських об'єктів, позбавила громадян необхідних ресурсів, як-от води, електроенергії та медичного обслуговування. Війна також завдала значної шкоди довкіллю, а руйнування греблі в Новій Каховці у червні 2023 року стало однією із найбільш руйнівних подій як для людей, так і для природи.

Ця війна впливає на клімат планети через викиди значних обсягів вуглекислого газу та інших парникових газів (ПГ) в атмосферу. Це третє проміжне оцінювання показало, що викиди ПГ за 18 місяців або 555 днів війни склали 150 млн тонн CO<sub>2</sub> екв. Це більше, ніж річні викиди ПГ у такій високоіндустріальній країні, як Бельгія.

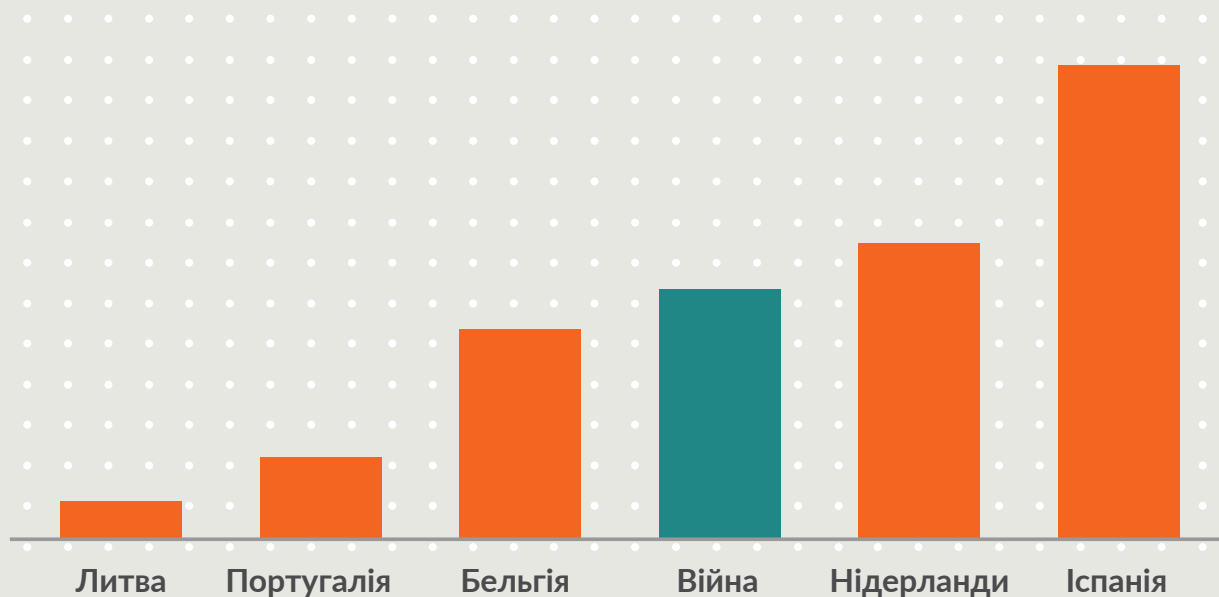
Ми вважаємо, що Російська Федерація повинна нести відповідальність за ці викиди та завдану ними шкоду клімату планети. Росію потрібно притягнути до відповідальності, оскільки без її агресії цих викидів ПГ не було б. Застосовуючи середню "тіньову ціну" на викиди вуглецю у 64 дол. США/тонн CO<sub>2</sub> екв. за 2022–2023 рр., загальна шкода клімату, яку Російська Федерація завдала та має компенсувати, становить **9,6 млрд дол. США**.



Як перший крок на шляху до притягнення Росії до відповідальності ми рекомендуємо включити цю шкоду до Реєстру збитків для України, який зараз створюється в Гаазі під егідою Ради Європи. Детальніше про це див. у Розділі 2.

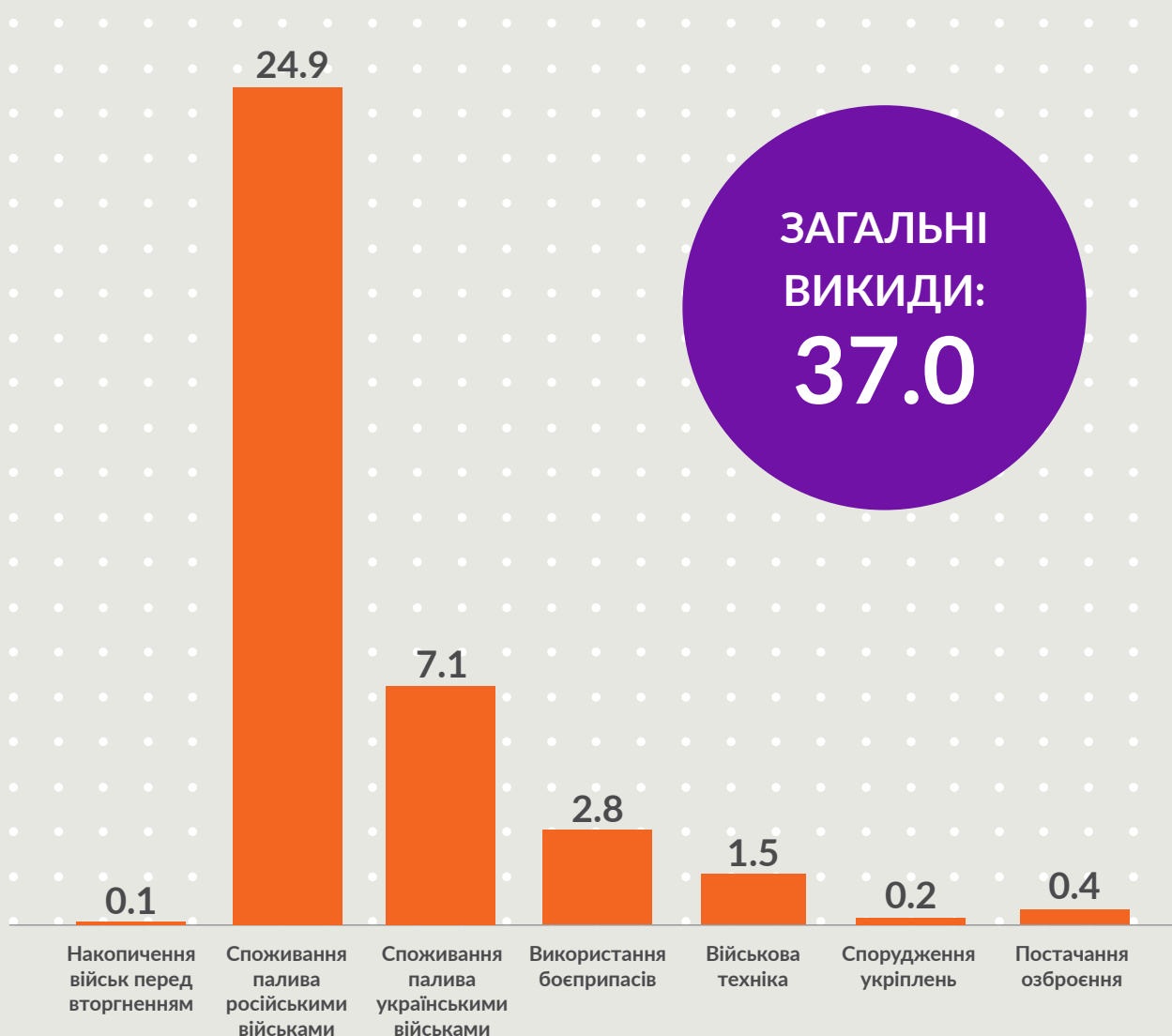
Україна може використати цю компенсацію для пом'якшення кліматичної шкоди, завданої Росією, та усунути більшу частину військових викидів, що піде на користь світовій спільноті. Найбільш очевидний спосіб позбутися шкоди — спрямувати кошти на відновлення знищених лісів та інші природні рішення, що усувають викиди з атмосфери. Майбутніх викидів від будівництва, зокрема тих, що пов'язані із використанням цементу та сталі, можна уникнути на 30% і навіть 50% шляхом запровадження правильних стимулів для низьковуглецевої відбудови. Краще утеплення будівель і прискорене впровадження відновлюваних джерел енергії є третім способом усунення шкоди. Більше про це див. у Розділі 3.

## Викиди ПГ внаслідок війни порівняно з річними викидами деяких європейських країн



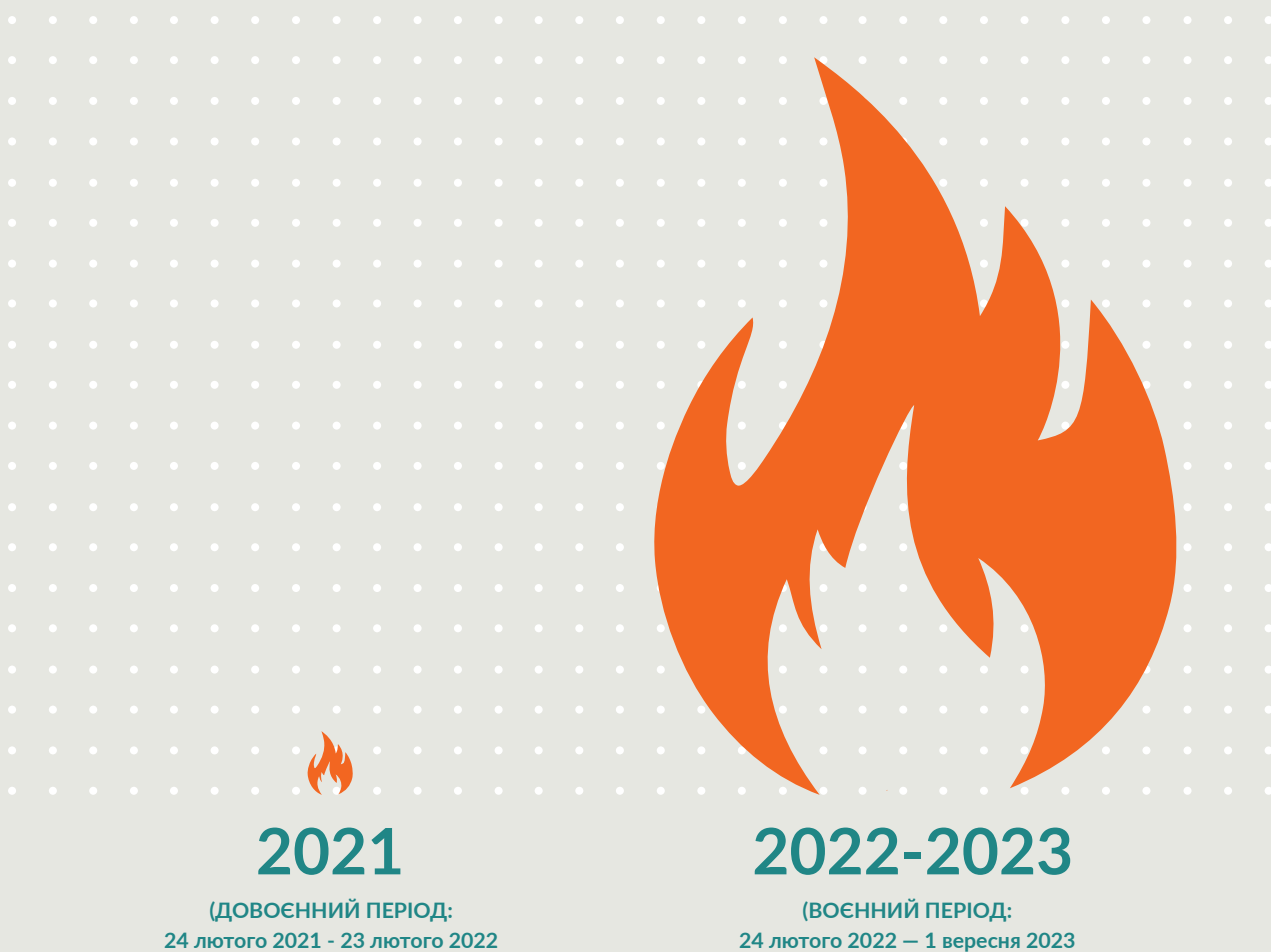
Викиди, зумовлені бойовими діями, продовжують збільшуватись. З кожним місяцем війни неухильно зростає витрата палива як для активних бойових дій військ на передовій, так і для постачання різноманітних вантажів та інших робіт, що виконуються логістичним «хвостом» збройних сил. Велика кількість використаних боєприпасів зумовила необхідність значного збільшення їх виробництва в Росії, Україні та інших країнах, аби поповнити запаси, що скорочуються, збільшуючи використання вибухових речовин, сталі та інших матеріалів, виробництво яких призводить до значних викидів. В очікуванні контр-наступу України Росія побудувала та продовжує розширювати кілометри укріплень уздовж і за лінією фронту, використовуючи бетон як будівельний матеріал, що також призвело до збільшення викидів вуглецю. Додаткові викиди ПГ пов'язані з виробництвом військової техніки, що була знищена та пошкоджена під час війни, а також із доставкою зброї на великі відстані. **Загальні викиди: 37,0 млн тонн CO<sub>2</sub> екв.**

## Викиди від бойових дій (млн тонн CO<sub>2</sub> екв.)



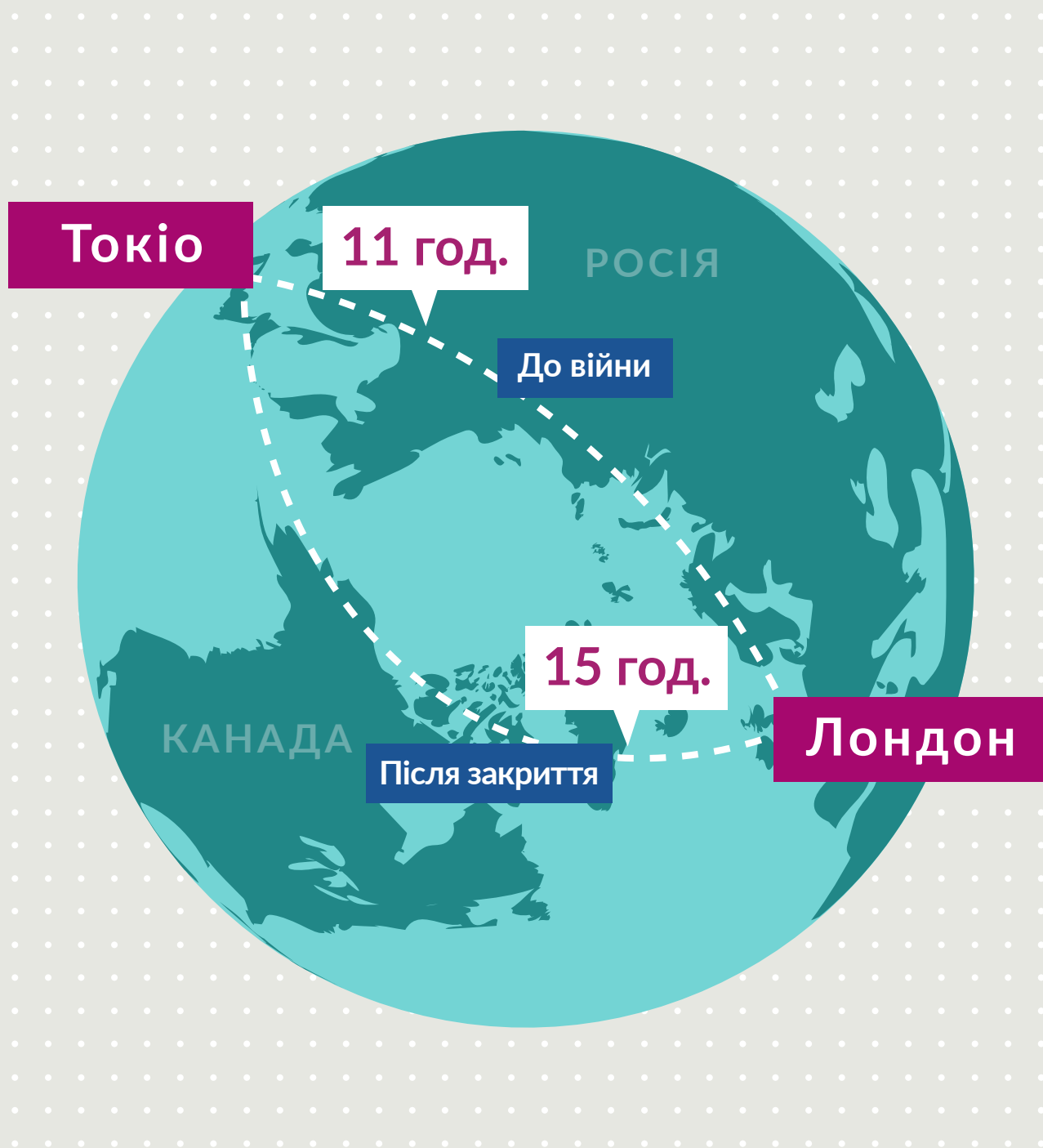
Кількість пожеж площею понад один гектар порівняно з довоєнним 12-місячним періодом зросла в 36 разів упродовж першого року війни і залишалася значним джерелом викидів ПГ. Ці пожежі переважно спостерігаються безпосередньо поруч із лінією фронту, і багато з них призводять до знищення лісових масивів. Хоча взимку 2022/2023 років пожежі вщухли, вони знову посилювалися, коли навесні потеплішало, а також влітку. Загальні викиди: 22,2 млн тонн CO<sub>2</sub> екв.

## Викиди парникових газів від пожеж (млн тонн CO<sub>2</sub> екв.)





Через закриття Росією повітряного простору Сибіру для багатьох перевізників та закриття Україною повітряного простору для комерційних польотів, багато західних перевізників втратили важливі повітряні шляхи зі сходу на захід між Європою і Азією. Перевізники були змушені обирати обхідні шляхи на маршрутах до Східної та Південно-Східної Азії, тож час польотів збільшився, як і додаткові витрати пального й обсяги викидів ПГ. Загальний обсяг викидів: **18 млн тонн CO<sub>2</sub> екв.**



Найбільшим джерелом викидів стане повоєнне відновлення пошкодженої та зруйнованої цивільної інфраструктури. Як зазначалося в нашому попередньому оцінюванні, відбудова будівель та іншої інфраструктури дуже вуглецевоємна. Руйнування греблі у Новій Каховці, спричинена нею повінь нижче за течією та спорожнення водосховища стали найважливішою подією, і, хоча лінія фронту залишалася відносно незмінною протягом останніх 12 місяців, загальний рівень шкоди, завданої будівлям, продовжує зростати. Загальні викиди: 54,7 млн тонн CO<sub>2</sub> екв.

## Викиди парникових газів внаслідок відбудови цивільної інфраструктури (млн тонн CO<sub>2</sub> екв.)

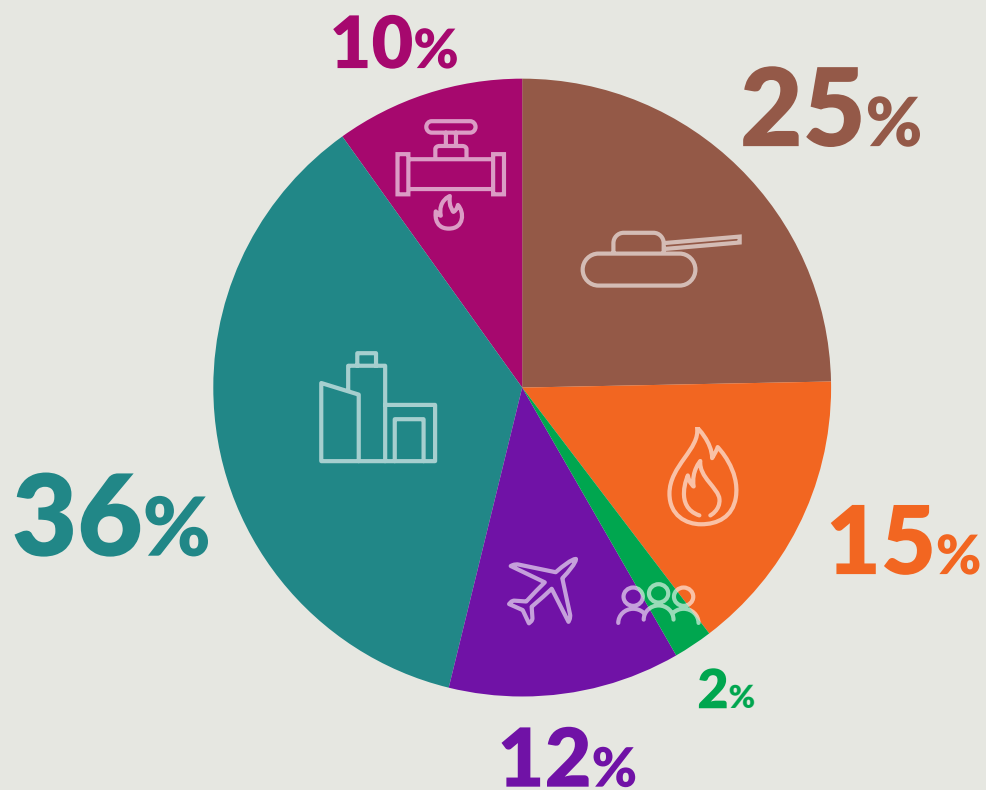


Частку кожного сектору візуалізовано на круговій діаграмі нижче, а абсолютні цифри наведено в таблиці. Також включено викиди від диверсії на газопроводах «Північний потік-1<sup>1</sup>» і «Північний потік-2» 26 вересня 2022 року. Наразі незрозуміло, чи можна пошкодження трубопроводу Baltconnector<sup>2</sup> 8 жовтня 2023 року пояснити війною, а також ще немає даних про обсяги природного газу, що потрапили в атмосферу. Ці викиди можуть бути включені в наступне проміжне оцінювання.

1. The possible climate effect of the gas leaks from the Nord Stream 1 and Nord Stream 2 pipelines, Danish Energy Agency, <https://ens.dk/en/press/possible-climate-effect-gas-leaks-nord-stream-1-and-nord-stream-2-pipelines>

2. Suspicion of a leak in the Baltconnector gas pipeline between Finland and Estonia, Gasgrid Finland: <https://gasgrid.fi/en/2023/10/08/suspicion-of-a-leak-in-the-baltconnector-gas-pipeline-between-finland-and-estonia/>

# Загальні викиди ПГ у різних секторах



- Бойові дії
- Пожежі
- Біженці
- Цивільна авіація
- Цивільна інфраструктура
- Північні потоки 1 та 2

**ЗАГАЛЬНІ  
ВИКИДИ:  
150**  
 млн тонн  
 CO<sub>2</sub> екв.

СЕКТОР	ВИКИДИ ЗА 18 МІСЯЦІВ (млн тонн CO <sub>2</sub> екв.)	ВІДСОТОК, %
Бойові дії	37.0	25
Пожежі	22.2	15
Біженці	3.0	2
Цивільна авіація	18.0	12
Цивільна інфраструктура	54.7	36
Північні потоки 1 та 2	14.6	10
<b>РАЗОМ</b>	<b>150</b>	<b>100</b>

Таблиця 1. Загальні викиди ПГ у різних секторах

# 1. Вступ

---

24 лютого 2022 року Росія розпочала неспровоковане широкомасштабне вторгнення в Україну й відтоді війна триває вже більш як півтора року, спричинивши гуманітарну кризу, внаслідок якої багато людей загинули, отримали поранення чи були змушені покинути свої домівки. Війна також пошкодила або зруйнувала цивільну інфраструктуру, зокрема будівлі, заводи та дороги. Війна не лише порушила життя людей, а й зруйнувала природні екосистеми та забруднила довкілля. Кожен вибух ракети чи снаряда забруднює повітря, воду та ґрунт токсичними речовинами. Постраждало чимало промислових об'єктів, через що сталися неконтрольовані хімічні викиди. Зазнали шкоди ліси та природні заповідники.

Ряд ініціатив відстежують шкоду, завдану довкіллю. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України створило сайт<sup>3</sup>, на якому збираються дані про шкоду для довкілля на основі звітів місцевих органів влади та цивільних осіб, які можуть повідомляти про пошкодження. Міжнародні організації Обсерваторія конфліктів і довкілля (Conflict and Environment Observatory) та Екологічна мережа Зої (Zoï Environment Network) регулярно публікують огляди для оцінювання різних видів екологічної шкоди, як-от радіаційна небезпека, забруднення води або промислова діяльність<sup>4</sup>. Дані про потенційну шкоду довкіллю збираються через медіаресурси, а далі за допомогою інтерактивної мапи їх обробляє Центр екологічних ініціатив «Екодія» разом із Greenpeace<sup>5</sup>.

Окрім забруднення та деградації довкілля на території України, війна спричинила значні викиди парникових газів (ПГ) в атмосферу. Тоді як світ бореться за суттєве скорочення викидів ПГ, щоб обмежити зростання глобальної середньої температури в межах 1,5°C, ці додаткові викиди через війну ще більше ускладнюють досягнення цілей Паризької угоди. Війна також заважає заходам щодо пом'якшення наслідків зміни клімату в Україні, оскільки перенаправляє фінансові потоки на відбудову, а на Європейському континенті — на безпеку й оборону.

Цим дослідженням ми прагнемо привернути увагу до того, що російська агресія впливає не лише на українських громадян та українське довкілля, але й на решту світу: збільшуючи викиди ПГ та ускладнюючи намагання зупинити глобальне потепління. По-друге, викиди ПГ, пов'язані з бойовими діями та конфліктами, часто ігнорують, замовчують або занижують як військові, так і фахівці з питань зміни клімату. Нинішня війна привертає увагу до цього недооціненого питання, і останнім часом у відкритому доступі з'явилося чимало публікацій<sup>6</sup>.

3. <https://ecozagroza.gov.ua/en>

4. Conflict and Environment Observatory (<http://www.ceobs.org/publications/>) та Zoï Network (<https://zoinet.org> і <https://ecodozor.org/index.php?lang=en>).

5. <https://en.ecoaction.org.ua/warmap.html> and [https://maps.greenpeace.org/maps/gpcee/ukraine\\_damage\\_2022/](https://maps.greenpeace.org/maps/gpcee/ukraine_damage_2022/)

6. Наприклад: Low-carbon warfare: climate change, net zero and military operations, <https://academic.oup.com/ia/article/99/2/667/7024982>

Перше оцінювання шкоди для клімату<sup>7</sup> було представлено на Конференції ООН з питань зміни клімату COP27 в Шарм-ель-Шейху (Єгипет) 9 листопада 2022 року<sup>8</sup>, воно охоплювало перші сім місяців війни. Оцінювання містило чотири розділи: викиди від переміщення біженців, викиди від бойових дій, викиди від неконтрольованих пожеж у лісах і містах, а також майбутні викиди внаслідок відновлення пошкоджених і зруйнованих будівель, доріг і заводів.

Друге оцінювання шкоди для клімату<sup>9</sup> доповнило дані згаданих чотирьох причин викидів, охоплюючи перші 12 місяців війни, тобто з 24 лютого 2022 року по 23 лютого 2023 року. Воно було представлено на Кліматичній конференції РКЗК ООН у Бонні, Німеччина, 7 червня 2023 року<sup>10</sup>. Нові розглянуті сектори включали європейський енергетичний сектор, зміну маршрутів польотів через закриття повітряного простору, а також загальний вплив на викиди в Україні.

Нинішнє третє оцінювання охоплює 555 днів з моменту повномасштабного вторгнення, а саме з 24 лютого 2022 року по 1 вересня 2023 року. Дані щодо усіх секторів було оновлено для відображення інформації за повні 555 днів війни.

У попередньому оцінюванні ми зазначили, що Росія має нести відповідальність за шкоду, яку вона завдала клімату. У цьому звіті ми представляємо методологію того, як викиди, зумовлені війною, можуть бути відображені в грошовому еквіваленті, тобто як збитки, які вони завдали суспільству. Крім того, ми пропонуємо огляд можливих правових шляхів судового оскарження цієї шкоди.

Ми представили різні рішення щодо того, як Україна може використати компенсацію від Росії, щоб усунути значну частину додаткових викидів ПГ — або через створення нових лісів, або через зелене відновлення. Провівши ретельне дослідження, ми пропонуємо кілька варіантів того, як можна мінімізувати викиди від будівельних робіт.

Обсяги викидів ПГ були оцінені на основі різних джерел даних, як-от показники споживання викопного палива, ділянки, пошкоджені пожежами, або кількість пошкоджених багатоквартирних будинків. Війна й досі триває, і чимало джерел даних недоступні або ж доступ до них обмежений із міркувань безпеки. Візуальний огляд часто неможливий через безпекові проблеми, мобілізацію кваліфікованих кадрів для захисту країни або через окупацію території. Тому часто єдиний доступний варіант — дистанційний моніторинг за допомогою супутників і непрямі дані. Оцінки ґрунтуються на багатьох припущеннях, які з часом можуть бути переглянуті, коли з'явиться додаткова інформація. Такі припущення можна буде перевірити тільки після припинення бойових дій, коли війна закінчиться.

Під час підготовки аналізу ми спиралися на інформацію з відкритих джерел — із соціальних мереж, наукових досліджень і розвідок на основі відкритих джерел

7. Вплив російської війни в Україні на клімат, перше проміжне оцінювання. Англійською: <https://en.ecoaction.org.ua/climate-damage-caused-by-russias-war.html>. Українською: <https://ecoaction.org.ua/vplyv-ros-vijny-na-klimat.html>

8. Запис додаткового заходу: <https://www.youtube.com/watch?v=ynQbzwxTnBw>

9. Вплив російської війни в Україні на клімат, друге проміжне оцінювання. Англійською: <https://en.ecoaction.org.ua/climate-damage-by-russia-12-months.html>. Українською: <https://ecoaction.org.ua/vplyv-ros-vijny-na-klimat-2.html>

10. Запис додаткового заходу: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=6yW1hWQmgpc>

(OSINT), із інтерв'ю з експертами, галузевих звітів, офіційних публікацій, рецензованих статей та інших доступних джерел інформації. Зважаючи на невизначеність оцінок, ми поклалися на консервативні припущення, використовували декілька джерел інформації та порівнювали результати кількох альтернативних підходів, де це було можливо. Оцінка викидів вуглецю, спричинених великою війною, ніколи раніше не проводилася, не кажучи вже про війну, що триває, тож ми розробляємо відповідну методологію в процесі роботи. Ми вдячні всім експертам, які взяли участь в опитуваннях і дискусіях на різні теми, висвітлені у звіті, й надали корисні ідеї та матеріали. Ми також закликаємо всіх зацікавлених долучатися до процесу оцінювання кліматичних збитків, надаючи галузеві дослідження та пропозиції щодо збору даних та оцінювання викидів ПГ.

Деякі викиди, про які йдеться у цьому звіті, сталися на території України – або під контролем українського уряду, або на окупованих територіях, а інші – в інших місцях. Деякі викиди вже відбулися, інші ж відбудуться в майбутньому (наприклад, під час відбудови). З погляду кліматичної шкоди їхнє географічне розташування не має значення: кожна тонна викинутого CO<sub>2</sub> екв. у будь-якій точці світу однаково впливає на зміну клімату.

## 2. Притягнення Росії до відповідальності

---

Втрати і шкода, пов'язані зі зміною клімату, або, простіше кажучи, кліматична шкода — це широке поняття, яке використовується в різних обставинах. У загальному контексті втрати і шкода означають негативні наслідки зміни клімату для людського соціуму і природного середовища. Згідно з визначенням РКЗК ООН, втрати та шкода означають шкоду, спричинену раптовими подіями (кліматичними катастрофами, як-от циклонами), а також повільними процесами (як-от підвищенням рівня моря)<sup>11</sup>. Оскільки зміна клімату спричинена антропогенними викидами парникових газів, будь-які додаткові викиди посилюють наслідки зміни клімату та підвищують пов'язані з цим ризики. З моменту повномасштабного вторгнення додаткові викиди досягли 150 млн. тонн CO<sub>2</sub> екв., що, без сумніву, завдає шкоди клімату, а отже, і суспільству. Оцінка кліматичної шкоди, завданої війною Росії, вимагає встановлення ціни за викид кожної тонни CO<sub>2</sub> екв.

Один із підходів полягає в тому, щоб подивитися на середні ринкові ціни схем торгівлі квотами на викиди, як-от системи торгівлі викидами ЄС (СТВ ЄС). Наразі ціни СТВ ЄС коливаються між 80 та 100 євро за тонну CO<sub>2</sub> екв. Як варіант, можна розглянути вуглецеві податки, що стягуються державою, які коливаються від 156 дол. США за тонну CO<sub>2</sub> екв. в Уругваї до всього лише 0,08 дол. США за тонну CO<sub>2</sub> екв. у Польщі<sup>12</sup>. Однак ці ціни є результатом ринкової динаміки (СТВ ЄС) або політичних рішень (податок на викиди вуглецю), а не відображенням вартості для суспільства кожної викинутої тонни CO<sub>2</sub> екв.

Більш обґрунтованим підходом є застосування так званої соціальної вартості вуглецю (СВВ), яка відображає оцінку потенційного фінансового впливу на суспільство додаткової тонни вуглекислого газу, що викидається в атмосферу. Цей показник охоплює економічні витрати від зміни клімату, які можуть спостерігатися в таких секторах, як сільське господарство, енергетичні послуги, продуктивність праці та прибережні ресурси, а також неринкові впливи, зокрема, інші види ризиків для здоров'я людей (включно зі смертністю) та стан екосистем<sup>13</sup>.

З цією метою багато міжнародних організацій запровадили "тіньову ціну" на викиди вуглецю (shadow carbon price — SCP) для обчислення соціальних витрат на викиди ПГ<sup>14</sup>. Наприклад, Європейський інвестиційний банк (ЄІБ) застосовує SCP під час оцінки проєктів. Значення, які використовує банк, наведені в таблиці нижче, де SCP починається з 80 євро/тонна CO<sub>2</sub> екв. у 2020 році і зростає до 800 євро/тонна CO<sub>2</sub> екв. до 2050 року.

11. [https://en.wikipedia.org/wiki/Loss\\_and\\_damage](https://en.wikipedia.org/wiki/Loss_and_damage)

12. <https://www.statista.com/statistics/483590/prices-of-implemented-carbon-pricing-instruments-worldwide-by-select-country/#:~:text=As%20of%20March%2031%2C%202023,less%20than%20one%20USD%2FtCO2e>

13. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_Chapter16.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_Chapter16.pdf)

14. <https://www.ebrd.com/news/2019/what-is-shadow-carbon-pricing.html>

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Вартість (євро/тонна CO <sub>2</sub> екв.)	80	165	250	390	525	660	800

Таблиця 2: Рекомендовані узгоджені ЄІБ тіньові витрати на викиди вуглецю (€2016/тонна CO<sub>2</sub> екв.) на період 2020-2050 рр.<sup>15</sup>

Найбільш авторитетною і широко використовуваною схемою ціноутворення є тіньова ціна на викиди вуглецю, заснована на дослідженні Комісії високого рівня з питань тарифікації вуглецю під керівництвом Джозефа Стігліца та Ніколаса Стерна у 2017 році<sup>16</sup>. Цінові розрахунки ґрунтуються на цілях Паризької кліматичної угоди щодо утримання глобального потепління на рівні значно нижчому за 2°C. Ця метрика дає рекомендації щодо верхньої та нижньої межі цін на вуглець, починаючи з 40/80 дол. США у 2020 році та закінчуючи 50/100 дол. США до 2030 року. Тіньова ціна має верхню та нижню межу через багато невизначеностей, які супроводжують такі межі. Тим не менш, цей показник широко застосовується, і кілька авторитетних міжнародних фінансових установ, зокрема Світовий банк та Європейський банк реконструкції та розвитку (ЄБРР), застосовують ці тіньові ціни у своїй фінансовій оцінці проєктів<sup>17</sup>.

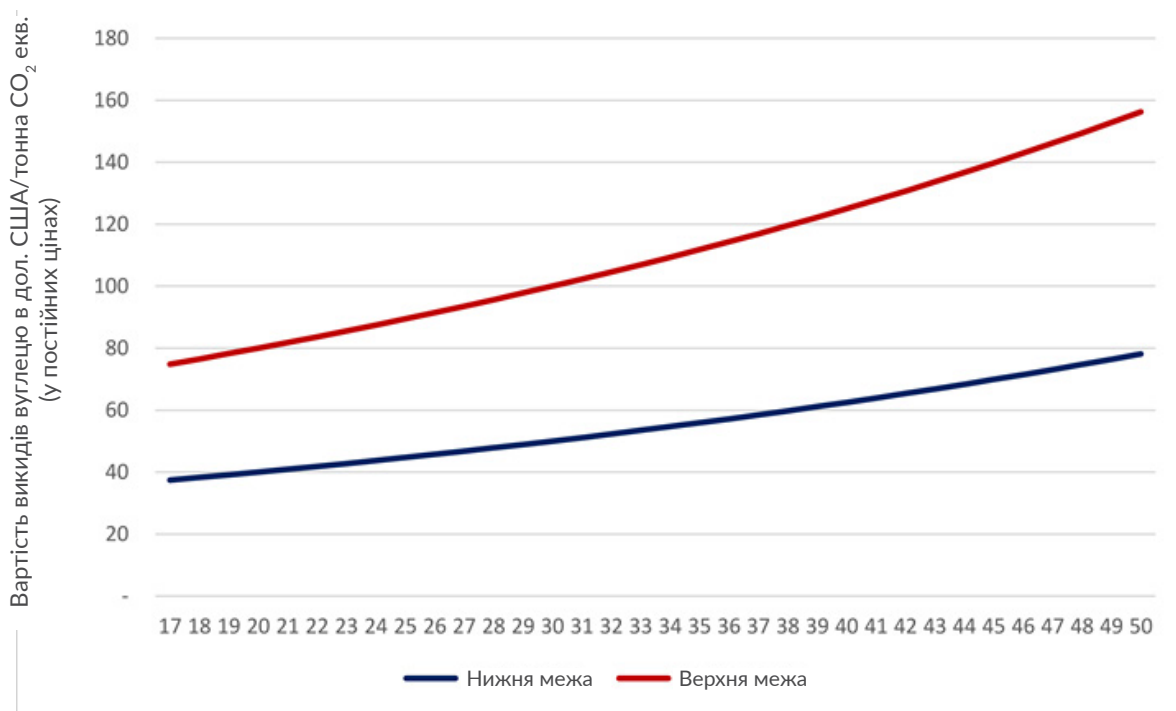


Рис. 1: Рекомендована тіньова ціна вуглецю (дол. США)  
Світовий банк: тіньова ціна вуглецю, 2017.

15. EIB Group Climate Bank Roadmap 2021-2025, November 2020, Table A6. [https://www.eib.org/attachments/thematic/eib\\_group\\_climate\\_bank\\_roadmap\\_en.pdf](https://www.eib.org/attachments/thematic/eib_group_climate_bank_roadmap_en.pdf)

16. <https://www.carbonpricingleadership.org/report-of-the-highlevel-commission-on-carbon-prices>

17. <https://pubdocs.worldbank.org/en/911381516303509498/2017-Shadow-Price-of-Carbon-Guidance-Note-FINAL-CLEARED.pdf>



Враховуючи авторитетність та широке застосування "тіньової ціни", встановленої Комісією високого рівня з питань тарифікації вуглецю, ми застосували цю тіньову ціну на викиди вуглецю до викидів, спричинених війною. Це третє проміжне оцінювання охоплює викиди у 2022 та 2023 роках, а середня ціна на вуглець у 2022–2023 роках була взята на основі вищої тіньової ціни у 85 дол. США та нижчої тіньової ціни у 42,5 дол. США, тобто в середньому 64 дол. США за тону CO<sub>2</sub> екв. Це середнє значення є тіньовою ціною викидів вуглецю, спричинених агресією Росії.

Враховуючи, що до 1 вересня 2023 року викиди, пов'язані з війною, склали загалом 150 млн тонн CO<sub>2</sub> екв., Росія нестиме відповідальність за загальну шкоду клімату, пов'язану з викидами ПГ, в розмірі 9,6 млрд дол. США.

У наступній частині ми розглянемо різні шляхи притягнення Російської Федерації як держави (або її окремих громадян) до відповідальності з правової точки зору. Як ці кошти можуть бути використані для пом'якшення наслідків викидів, спричинених війною, буде також розглянуто далі у звіті.

## Дослідження: правові перспективи притягнення Росії до відповідальності за шкоду клімату внаслідок її агресії проти України

### Відповідальність держав та зміна клімату в міжнародному публічному праві: поточний стан

Притягнення держав до відповідальності за сприяння зміні клімату та пов'язану з цим шкоду залишається одним із найскладніших питань у міжнародному публічному праві і є предметом правових дебатів у всьому світі. Долучення до цих дебатів питань застосування сили, агресії та міжнародного гуманітарного права ще більше ускладнює їх.

Відповідальність держав є досить добре розробленою концепцією міжнародного публічного права як у правовій доктрині, так і в прецедентному праві, особливо завдяки роботі Комісії міжнародного права та Міжнародного суду ООН (МС ООН) відповідно<sup>18</sup>.

Загальний підхід і принцип, викладені у статті 1 Проєкту статей про відповідальність держав за міжнародно-протиправні діяння, полягає в тому, що кожне міжнародно-протиправне діяння держави тягне за собою міжнародну відповідальність цієї держави. Своєю чергою, міжнародно-протиправне діяння держави має місце тоді, коли поведінка, що складається з дії або бездіяльності: (а) присвоюється державі за міжнародним правом; і (б) становить порушення міжнародного зобов'язання держави (стаття 2 Проєкту статей). Правові наслідки передбачають обов'язок відповідальної держави здійснити повне відшкодування шкоди, заподіяної внаслідок міжнародно-протиправного діяння (стаття 31 Проєкту статей).

Однак, міжнародно-правові норми щодо відповідальності за шкоду, заподіяну довкіллю, все ще розвиваються і потребують подальшого доопрацювання<sup>19</sup>. Зокрема, режим відповідальності держав залишає незрозумілим, до якої міри держави несуть відповідальність перед співтовариством держав загалом/ міжнародним співтовариством в цілому або групою держав на основі режимів багатосторонніх договорів<sup>20</sup>. Зміна клімату, безумовно, підпадає під обидві категорії як спільне занепокоєння людства. Зокрема, глобальний характер зміни клімату викликає труднощі у встановленні причинно-наслідкового зв'язку (якою мірою дії держави сприяли або призвели до виникнення проблеми та фактичної шкоди/ збитків постраждалій державі), а також наявності та змісту відповідних міжнародних

18. Див. Materials on the responsibility of states for internationally wrongful acts, 2nd edition, ST/LEG/SER.B/25/Rev.1, United Nations, New York (2023), подані Секретаріатом Організації Об'єднаних Націй в рамках підготовки консультативного висновку Міжнародного Суду ООН «Зобов'язання держав щодо зміни клімату», <https://www.icj-cij.org/sites/default/files/case-related/187/187-20230630-req-06-01-en.pdf>

19. Philippe Sands, Principles of International Environmental Law, 2nd edition, Cambridge University Press (2003). P.869.

20. Malgosia Fitzmaurice, International Responsibility and Liability, in The Oxford Handbook of International Law, edited by D.Bodansky, J.Brunnée and E.Hey, Oxford University Press, 2008.P.1011.

зобов'язань держави, на яку покладається відповідальність<sup>21</sup>, і навіть зобов'язань *erga omnes*, щодо пом'якшення наслідків зміни клімату<sup>22</sup>. Незважаючи на багато невизначеностей, є ознаки того, що судові процеси щодо зміни клімату самі по собі не є безперспективними<sup>23</sup>. Насправді, судові процеси щодо зміни клімату дедалі частіше з'являються у практиці різних міжнародних, регіональних та національних форумів<sup>24</sup>.

Це одна з причин, чому так звані кліматичні судові процеси в певний момент набули «правозахисного» характеру (об'єднуючи режими захисту прав людини та зміну клімату). Вони головним чином помітні на національному рівні, зокрема через застосування цивільного права та інвестиційного арбітражу<sup>25</sup>. Після того, як «правовий поворот» у кліматичних судових процесах закріпився, стрімко зросла кількість суб'єктів, які його здійснюють, підтримують або заохочують (від екологічних та правозахисних НУО до спеціальних доповідачів ООН та правозахисних органів)<sup>26</sup>. Проте в міжнародному публічному праві наразі не існує прецеденту реального міждержавного судового процесу, який би притягнув будь-яку державу до відповідальності за внесок у зміну клімату або за шкоду, заподіяну нею конкретній державі.

Нещодавно Генеральна Асамблея ООН визнала, що екологічні наслідки збройних конфліктів можуть бути серйозними і здатні загострити глобальні екологічні проблеми, зокрема, зміну клімату та втрату біорізноманіття<sup>27</sup>. Існує також консенсус щодо того, що міжнародний режим зміни клімату не повинен обмежуватися мирним часом і повинен залишатися чинним під час збройних конфліктів через гуманітарні та екологічні причини<sup>28</sup>. Однак у міжнародній доктрині та практиці існує явна прогалина щодо відповідальності держав за шкоду, пов'язану зі зміною клімату, спричинену збройними конфліктами.

21. Той факт, що Генеральна Асамблея ООН запросила консультативний висновок Міжнародного суду ООН щодо зобов'язань держав стосовно зміни клімату, свідчить про те, що в міжнародному праві існує значна правова невизначеність щодо обсягу таких зобов'язань, див. консультативний висновок: ICJ advisory proceedings, "Obligations of States in respect of Climate Change", <https://www.icj-cij.org/case/187>

22. *Erga omnes* — це зобов'язання по відношенню до міжнародного співтовариства в цілому (на відміну від зобов'язань по відношенню до конкретної держави). Згідно з Міжнародним Судом ООН, зобов'язання *erga omnes* «впливають, наприклад, із сучасного міжнародного права, із заборони агресії та геноциду, а також із принципів і правил, що стосуються основних прав людини, включаючи захист від рабства та расової дискримінації», див. *Supra* Note 8.

23. Faure, Michael & Nollkaemper, Andre. (2008). *International Liability as an Instrument to Prevent and Compensate for Climate Change*. *Stanford journal of international law*. 43.

24. Див. IPCC AR6, Chapter 13, page 1375, [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGIII\\_Chapter13.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_Chapter13.pdf), Chapter 14, Section 14.5.1.2 and Section 14.5.3, [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGIII\\_Chapter14.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_Chapter14.pdf)

25. Див. Michael Burger & Maria Antonia Tigre, *Global Climate Litigation Report: 2023 Status Review* (Sabin Center for Climate Change Law, Columbia Law School & United Nations Environment Programme, 2023). [https://scholarship.law.columbia.edu/sabin\\_climate\\_change/202](https://scholarship.law.columbia.edu/sabin_climate_change/202).

26. Див. *Litigating the Climate Emergency: how human rights, courts, and legal mobilization can bolster climate action*, edited by César Rodríguez-Garavito, Cambridge University Press (2023).

27. Principles on protection of the environment in relation to armed conflicts, recital 3, Preamble, <https://www.icj-cij.org/sites/default/files/case-related/187/187-20230630-req-06-04-en.pdf>.

28. Pezzot, R. (2023). IHL in the era of climate change: The application of the UN climate change regime to belligerent occupations. *International Review of the Red Cross*, 105(923), 1071-1091. doi:10.1017/S1816383123000188. <https://www.cambridge.org/core/journals/international-review-of-the-red-cross/article/abs/ihl-in-the-era-of-climate-change-the-application-of-the-un-climate-change-regime-to-belligerent-occupations/C8A1AF9508602E5E91DAE65F6C284D68>

Тому цей розділ не зосереджується на традиційних стратегіях та підходах до відповідальності держави за шкоду, пов'язану зі зміною клімату. Причини цього цілком практичні: будь-яка стратегія або теоретична лінія правової аргументації щодо притягнення Росії до відповідальності за шкоду, пов'язану зі зміною клімату та спричинену російською агресією проти України, має бути тісно пов'язана з конкретним правовим механізмом, наприклад, судом або спеціальним органом, де її можна буде представити та захищати. З огляду на невизначеність, пов'язану з традиційними стратегіями судових процесів щодо зміни клімату, і досить вузьке коло механізмів (юрисдикцій) для них, ми не намагаємося застосовувати такі традиційні стратегії до цього питання (агресії Росії проти України). Натомість ми розглянули проблему в широкому розумінні (разом із самою концепцією шкоди, пов'язаної зі зміною клімату) і зосередилися на основних наявних зусиллях щодо притягнення Росії до відповідальності за її агресію проти України, щоб зрозуміти, як питання зміни клімату можуть бути інтегровані в такі зусилля. Слід також підкреслити, що кліматична наука має бути ключовим джерелом доказів для будь-яких таких правових стратегій або підходів<sup>29</sup>.

## Кліматичні репарації

Україна та її партнери обговорюють способи змусити Росію відшкодувати збитки, пов'язані з агресією проти України (репарації). Хоча переважна більшість таких збитків стосуватиметься України, загальний механізм репарацій (відшкодування), безумовно, передбачатиме способи отримання компенсації за збитки, понесені іншими державами, іноземцями, приватними компаніями і навіть міжнародними організаціями. Попри те, що дуже мало ймовірно, що механізм репарацій буде включати збитки, понесені міжнародним співтовариством в цілому (куди насамперед потрапляють збитки, пов'язані зі зміною клімату), способи врахувати шкоду, пов'язану зі зміною клімату, існують.

Офіційна позиція українського уряду полягає в тому, що відшкодування збитків, завданих Україні війною, має здійснюватися за допомогою міжнародного компенсаційного механізму<sup>30</sup>. Наразі навколо цієї ідеї сформовано політико-дипломатичний консенсус, за винятком питання фінансування компенсацій в рамках такого механізму.

Передбачається, що механізм компенсації буде створено під егідою Ради Європи, а в травні 2023 року вже було підписано Розширену часткову угоду<sup>31</sup>, яка створила Міжнародний реєстр збитків. У липні виконавчий директор Реєстру Маркіян

29. Rupert F Stuart-Smith, Friederike EL Otto & Thom Wetzer, Liability for Climate Change Impacts: the Role of Climate Attribution Science, in Elbert R De Jong et al (eds), Corporate Responsibility and Liability in Relation to Climate Change (Intersentia 2022), [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=4226257](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4226257)

30. <https://minjust.gov.ua/news/ministry/irina-mudra-zaproponovaniy-ukrainoyu-mijnarodniy-kompensatsiyinyi-mehanizm-bezpretsedentniy-u-mijnarodnomu-pravi>.

31. [https://search.coe.int/cm/Pages/result\\_details.aspx?ObjectId=0900001680ab2595&fbclid=IwAR0mtsVTR7TPayLGAH-gMSuuk9LeZA7PLDbvgZv4RdmnW8DeXiTc7uU6xu98](https://search.coe.int/cm/Pages/result_details.aspx?ObjectId=0900001680ab2595&fbclid=IwAR0mtsVTR7TPayLGAH-gMSuuk9LeZA7PLDbvgZv4RdmnW8DeXiTc7uU6xu98)

Ключковський заявив, що робота Реєстру має розпочатися до кінця року<sup>32</sup>.

Питання компенсації шкоди, завданої довкіллю, досі широко не обговорювалося у світлі створення та функціонування міжнародного компенсаційного механізму для України. Однак у Резолюції ПАРЄ №2506(2023)<sup>33</sup> від 22 червня 2023 року чітко зазначено, що руйнування каховської греблі «є воєнним злочином та екоцидом» (п. 1), а також підтримано принцип, згідно з яким «Російська Федерація, як держава, повинна надати повну компенсацію Україні після закінчення війни» (п. 12).

Наразі мало відомо про практичні кроки щодо збору доказів, оцінки та механізмів компенсації шкоди довкіллю, завданої російською агресією проти України в рамках міжнародного компенсаційного механізму. Ірина Мудра, заступниця міністра юстиції України, під час конференції «Спеціальний трибунал щодо злочину агресії проти України. Правосуддя, яке має відбутися» 21 серпня в Києві, заявила, що вже розроблено проєкт категорій збитків, які будуть вноситися до Реєстру, не уточнивши при цьому, чи йдеться також про шкоду, завдану довкіллю<sup>34</sup>. Як впливає з Ризьких принципів, прийнятих під час другої зустрічі Конференції учасників Українського реєстру збитків у вересні 2023 року, екологічні позови будуть внесені до Реєстру як «інші позови», разом із збитками, завданими майну, інфраструктурі та культурній спадщині<sup>35</sup>.

Оскільки міжнародний механізм компенсації для України, ймовірно, буде інституційно подібним до моделі Компенсаційної комісії ООН, а також у зв'язку з масштабами екологічних збитків, можна припустити, що цей вид шкоди буде виділено в окрему категорію, яка підлягатиме компенсації. Питання про черговість компенсації цих збитків поряд з іншими категоріями, а також спосіб визначення розміру компенсації (фіксований чи індивідуальний) наразі залишається відкритим.

На етапі створення механізму відшкодування важливо забезпечити, щоб шкода, пов'язана зі зміною клімату, не була виключена з розгляду. Це може бути досягнуто через врахування певних категорій позовів держав та міжнародних організацій, що стосуються додаткових викидів ПГ, безпосередньо пов'язаних з війною, негативного впливу на спроможність деяких країн досягати своїх цілей у сфері зміни клімату, витрат на оцінку впливу війни на зміну клімату тощо.

Фінансування виплати компенсації за шкоду довкіллю є більш актуальним питанням. Наразі варіант добровільної компенсації з боку РФ виглядає нереалістичним, а конфіскація заморожених російських активів наштотується на сумніви ЄС та країн G7 щодо порушення фундаментальних принципів державного імунітету, захисту власності та заснованих на них міжнародних економічних відносин. Що стосується шкоди, завданої довкіллю, то варто розглянути більш гнучкі форми фінансування,

32. <https://hromadske.radio/publications/10-faktiv-pro-stvorennia-reiestru-zbytkiv-zavdanykh-ahresiiieu-rf-proty-ukrainy>

33. <https://pace.coe.int/en/files/32994>

34. [https://trforrus-dot-yamm-track.appspot.com/24qvCYO--6F3-qEjHBpLdtSmouMcBobmY37skJ8-0XU6K1nljigEo7fhH\\_OJn6zKoek-En7\\_yHhzls48pa2CHYvAJXdg8KxY\\_HeO08Elb7l\\_z4cYh-Wg0jBqclnohpkoAVyuCA5X9NFU6nBu2ZZre8Y5HLO\\_cN2Q2C2r\\_L\\_vSNzBzO\\_M](https://trforrus-dot-yamm-track.appspot.com/24qvCYO--6F3-qEjHBpLdtSmouMcBobmY37skJ8-0XU6K1nljigEo7fhH_OJn6zKoek-En7_yHhzls48pa2CHYvAJXdg8KxY_HeO08Elb7l_z4cYh-Wg0jBqclnohpkoAVyuCA5X9NFU6nBu2ZZre8Y5HLO_cN2Q2C2r_L_vSNzBzO_M)

35. <https://rm.coe.int/moj-declaration-riga-principles-final-en/1680ac8728>

зокрема, через оподаткування споживання російських вуглеводнів або діяльності російських компаній, які завдають шкоди довкіллю.

## Притягнення злочинців до відповідальності: воєнні злочини

Офіційна позиція України, підтверджена Президентом Володимиром Зеленським у «Формулі миру»<sup>36</sup> та підтримана в Резолюції ПАРЄ, полягає у трактуванні дій Російської Федерації – як конкретних (наприклад, руйнування каховської греблі), так і загальної екологічної шкоди від агресії – як екоциду. Водночас, зараз складно сказати, чи будуть дії Російської Федерації кваліфіковані на національному рівні саме як екоцид і чи будуть на міжнародному рівні створені підстави для притягнення винних осіб до відповідальності за екоцид. Так само наразі не обговорюється питання відповідальності Російської Федерації за зміну клімату.

Класифікація російських екологічних злочинів як екоциду, кліматичних, чи воєнних злочинів насправді має другорядне значення в контексті компенсації. Відповідальність у вигляді компенсації за шкоду, заподіяну довкіллю, настане незалежно від цих нюансів. Водночас, розслідування та кваліфікація злочинів проти довкілля може сприяти встановленню фактів та оцінці шкоди.

Одним із варіантів притягнення до відповідальності винних у скоєнні екологічних злочинів та отримання компенсації за них є розгляд таких дій як воєнних злочинів. Згідно з Римським статутом, до воєнних злочинів належать діяння, які завдають «масштабної, довготривалої та серйозної шкоди навколишньому природному середовищу, яка буде явно надмірною в порівнянні з конкретною та безпосередньо очікуваною загальною військовою перевагою» (ст. 8(2)(b)(iv))<sup>37</sup>. Оскільки Україна визнала юрисдикцію Міжнародного кримінального суду (МКС) щодо цих злочинів, очевидно, що МКС може їх розглядати.

Однак застосування статті 8(2)(b)(iv) Римського статуту до впливу російської агресії на зміну клімату не видається перспективним: занадто високим є тягар доведення («масштабна», «надмірна», «довготривала» та «серйозна» шкода) в контексті глобального характеру зміни клімату та впливу на нього цієї війни.

Будь-яка справа МКС може зіткнутися з вищезгаданою проблемою фінансування компенсації, оскільки обвинувачені особи, ймовірно, не матимуть достатніх ресурсів для виплати компенсації потерпілим. Водночас, при МКС існує механізм Цільового фонду для потерпілих (Trust Fund for Victims – TFV), з якого виплачуються присуджені компенсації, і який може фінансуватися як за рахунок майна обвинуваченого, так і з інших джерел. У майбутньому конфісковані активи Російської Федерації можуть бути передані до цього фонду для здійснення компенсаційних виплат, зокрема за шкоду, заподіяну внаслідок злочинів проти довкілля.

36. <https://www.icc-cpi.int/sites/default/files/RS-Eng.pdf>

37. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14?lang=en>

## Екоцид

Екоцид як кримінальний злочин визначається ст. 441 Кримінального кодексу України<sup>38</sup> як «масове знищення рослинного або тваринного світу, отруєння атмосфери або водних ресурсів, а також вчинення інших дій, які можуть спричинити екологічну катастрофу». Покарання встановлюється у вигляді позбавлення волі на строк від восьми до п'ятнадцяти років і напряду не передбачає виплату компенсації.

Подібна ситуація і з іншими статтями Кримінального кодексу, за якими можна кваліфікувати шкоду довкіллю під час російської агресії (наприклад, ст. 258 «Терористичний акт», ст. 438 «Порушення законів та звичаїв війни» та ін.). У таких випадках кримінальне законодавство України передбачає два способи відшкодування шкоди, завданої внаслідок кримінального правопорушення:

- шляхом подання цивільного позову проти підозрюваного як способу звернення за компенсацією у кримінальному провадженні відповідно до ст. 128 Кримінального процесуального кодексу України<sup>39</sup>;
- в порядку відшкодування державою шкоди, завданої внаслідок кримінального правопорушення, на підставі ст. 127 (3) Кримінального процесуального кодексу України<sup>40</sup>.

Механізм цивільного позову в кримінальному провадженні передбачає, що потерпілі можуть подати цивільний позов проти обвинуваченого щодо вчинення кримінального правопорушення з метою відшкодування завданої шкоди. У разі винесення обвинувального вироку суд може задовольнити ці вимоги повністю або частково. Однак існує кілька обставин, які ускладнюють використання цього механізму. Зокрема, поширеними перешкодами є необхідність подання цивільного позову до початку кримінального процесу, тоді як сам позов може стосуватися лише компенсації безпосередньої майнової шкоди від злочину (а не моральної шкоди), а також необхідність обвинувального вироку (яким визнається факт вини у скоєнні злочинів і, відповідно, причинно-наслідковий зв'язок між діями обвинуваченого та завданою шкодою). Крім того, у разі заочного розгляду справи (що дозволено в Україні) виконати рішення суду в цій частині та змусити винну особу (осіб) виплатити компенсацію буде складно. Нарешті, майновий стан осіб, визнаних винними, може бути недостатнім для виплати компенсації у присудженому розмірі.

Остання проблема характерна для практики компенсації збитків, завданих під час збройних конфліктів особами, яких визнано винними. Наприклад, Міжнародний кримінальний суд у рішенні «Прокурор проти Боско Нтаганди» встановив, що обвинувачений «був визнаний неспроможним виконати цілі провадження, порушеного проти нього»<sup>41</sup>, тобто відшкодувати збитки.

38. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14?lang=en>

39. <https://rm.coe.int/16802f6016>

40. Там само.

41. <https://www.icc-cpi.int/court-record/icc-01/04-02/06-2659>

Що стосується відшкодування державою збитків, завданих унаслідок кримінальних правопорушень, то відповідні гарантії передбачені статтею 127(3) Кримінального процесуального кодексу України<sup>42</sup>. Однак, згідно з цими нормативно-правовими актами, така компенсація можлива лише в порядку, визначеному законодавством України. Положення про «порядок, визначений законом» на практиці означає, що компенсація може бути здійснена лише у випадку, якщо така спеціальна процедура буде встановлена Верховною Радою або Кабінетом Міністрів.

У випадках, коли такий спеціальний порядок відсутній, суди посилаються на відсутність спеціального порядку компенсації збитків, а компенсація з боку держави відповідно до ч. 3 ст. 127 КПК України<sup>43</sup> не може здійснюватися за загальними правилами.

Україна, втім, наполягає на створенні міжнародного трибуналу і не бажає, щоб такий міжнародний трибунал застосовував закони України<sup>44</sup>.

Також обговорюється питання притягнення вищого політичного керівництва Російської Федерації до відповідальності за агресію в рамках Спеціального трибуналу щодо злочину агресії РФ. Хоча сучасний міжнародний правовий дискурс щодо екоциду<sup>45</sup> добре розвинений і часто охоплює шкоду, пов'язану зі зміною клімату, малоімовірно, що якийсь спеціальний трибунал, якщо він буде створений, розглядатиме і злочин екоциду. У зв'язку з цим мандат цього трибуналу, ймовірно, буде обмежений лише злочином агресії проти України, а отже, незрозуміло, чи розглядатиме він питання компенсації збитків і чи можна буде розглядати злочини проти довкілля як складову злочину агресії.

Тому, якщо ми хочемо притягнути агресора до відповідальності за шкоду, пов'язану зі зміною клімату в рамках такого міжнародного трибуналу, слід почати з включення екоциду до мандату такого трибуналу. Проте на практиці віднесення наслідків для зміни клімату, спричинених війною, до екоциду буде складним завданням як з політичних, так і з юридичних причин.

## **Чи можуть приватні компанії ініціювати судові позови проти Російської Федерації для отримання компенсації за шкоду, пов'язану зі зміною клімату?**

Приватні компанії, навіть ті, що засновані за межами України, з різних причин можуть безпосередньо зазнавати збитків внаслідок російської агресії. Найбільш очевидною і поширеною шкодою є шкода їхньому майну, що знаходиться на території України, зокрема втрата майна, арешт майна, зупинка діяльності.

42. <https://rm.coe.int/16802f6016>

43. <https://rm.coe.int/16802f6016>

44. <https://www.eurointegration.com.ua/articles/2023/08/22/7167998/>

45. Див., наприклад: A Greene, The campaign to make ecocide an international crime: Quixotic quest or moral imperative, *Fordham Envtl. L. Rev.*, 2019, Т. 30, №3, <https://ir.lawnet.fordham.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1814&context=elr>. <https://ir.lawnet.fordham.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1814&context=elr>



Було б складно, якщо взагалі можливо, доводити традиційну шкоду, пов'язану зі зміною клімату, якої зазнали іноземні компанії в Україні або за її межами (тобто шкоду, пов'язану з наслідками зміни клімату, як-от з підняттям рівня моря або екстремальними погодними умовами). Відома проблема причинно-наслідкового зв'язку<sup>46</sup> надмірно ускладнюється мізерною часткою викидів ПГ, спричинених російською агресією, у загальному обсязі світових викидів, а також труднощами з ідентифікацією пов'язаних з нею викидів. Це, втім, не означає, що не було завдано жодної іншої шкоди, пов'язаної зі зміною клімату.

Розглядаючи шкоду, пов'язану зі зміною клімату, ширше, ми можемо розглянути деякі види збитків, завданих приватним компаніям, які в рамках цієї дискусії можуть стосуватися шкоди, пов'язаної зі зміною клімату, або кваліфікуватися як така шкода. Це можуть бути прямі фінансові витрати на додаткові викиди ПГ через операційні зміни, спричинені російською агресією (зокрема транспортування), або фінансові втрати, пов'язані з поверненням вугільних електростанцій до виробництва електроенергії<sup>47</sup>. У будь-якому випадку, такий фінансовий збиток слід оцінювати в контексті конкретної країни і компанії.

Хоча традиційні судові процеси щодо зміни клімату спрямовані на притягнення компаній до відповідальності за шкоду, пов'язану зі зміною клімату, останніми роками відбулося кілька судових позовів приватних компаній проти держав (так звані «антикліматичні» або «зворотні» справи<sup>48</sup>). Зокрема, такі судові процеси були ініційовані як спори між інвесторами та державою; щонайменше 14 таких випадків було виявлено в період між 2010 та 2022 роками<sup>49</sup>. Попри те, що ці справи є «антикліматичними», їх цілком можна розглядати як перспективну юридичну процедуру, механізм, де приватні компанії можуть вимагати компенсації шкоди, пов'язаної зі зміною клімату та спричиненої російською агресією. До переваг такої стратегії можна віднести добре розвинену правову базу для подання позову проти російської держави та високі перспективи виконання будь-якого рішення міжнародного арбітражного суду в національних юрисдикціях. Вже існують прецеденти таких справ проти Росії, зокрема, з боку компанії «Нафтогаз» у зв'язку із захопленням її активів у Криму<sup>50</sup>.

Іншою важливою основою для отримання компенсації приватними компаніями є механізм майбутньої компенсації (репарацій). Подібно до Компенсаційної комісії ООН, яка дозволила приватним компаніям вимагати відшкодування збитків, майбутній механізм компенсації або репарацій, коли він буде створений, має дозволяти приватним компаніям за межами України вимагати відшкодування збитків

46. Див. Stuart-Smith, R.F., Otto, F.E.L., Saad, A.I. et al. Filling the evidentiary gap in climate litigation. *Nat. Clim. Chang.* 11, 651–655 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01086-7>; Rupert F Stuart-Smith, Friederike EL Otto & Thom Wetzer, op.cit

47. Наприклад, у 2022 році в Німеччині генерація електроенергії з бурого вугілля зростає на 5,4%, а з кам'яного вугілля — на 21,4%. Це пов'язано з тим, що Німеччина дозволила вугільним електростанціям повернутися на ринок електроенергії, щоб бути менш залежною від природного газу на тлі напружених відносин із Росією. Джерело: <https://www.enerdata.net/publications/daily-energy-news/germanys-power-consumption-falls-2022-generation-renewables-rises.html>

48. Michael Burger & Maria Antonia Tigre, op.cit, p.14.

49. Там само.

50. <https://www.naftogaz.com/en/news/naftogaz-us-legal-action-against-russia>

або безпосередньо, або через свої держави. Після цього компанії самі повинні будуть розглянути можливість висунення вимог щодо шкоди, пов'язаної зі зміною клімату, або класифікувати її як таку.

### **Висновки: стратегії притягнення Росії до відповідальності за шкоду, пов'язану зі зміною клімату та спричинену її агресією проти України**

Ані міжнародний режим зміни клімату, ані міжнародне гуманітарне право не пропонують чітких шляхів притягнення Росії до відповідальності за шкоду, пов'язану зі зміною клімату та спричинену війною проти України.

Традиційні судові процеси щодо зміни клімату, як їх розуміють у юридичному та публічному дискурсі, навряд чи забезпечать реалістичні стратегії або можливості притягнути Росію або її посадових осіб до відповідальності за шкоду, заподіяну клімату внаслідок її війни проти України. Це підтверджується труднощами, з якими вже стикаються такі судові процеси, особливо в міжнародному публічному праві.

Також малоімовірно, що використання традиційних стратегій кліматичних судових процесів отримає необхідну політичну підтримку з боку ключових країн-партнерів України, які не підтримають створення прецеденту для встановлення відповідальності держави за зміну клімату. Потенційні наслідки судових процесів, пов'язаних з відповідальністю держави, у разі успіху, можуть виходити за межі правової сфери і мати значні політичні та дипломатичні наслідки. Створення будь-якого прецеденту в цьому питанні, позитивного чи негативного, вимагає ретельного стратегічного планування та оцінки ширших наслідків.

Стратегії притягнення Росії до відповідальності за шкоду, пов'язану зі зміною клімату та спричинену її агресією проти України, мають ґрунтуватися на широкому розумінні такої шкоди і зосереджуватись на використанні наявних зусиль з метою притягнення Росії до відповідальності. Таке широке розуміння означає, що воно не повинно обмежуватись шкодою, завданою зміною клімату окремим країнам, хоча таку шкоду не можна виключати. В принципі, воно має охоплювати будь-які негативні наслідки для самої кліматичної системи, зокрема будь-яке збільшення викидів ПГ, будь-які зумовлені чи пов'язані з цим втрати, збитки або шкоду іноземним урядам, громадянам, корпораціям або міжнародному співтовариству в цілому внаслідок незаконного вторгнення та окупації Росією території України. Воно також може містити витрати на заходи з усунення викидів, які неминуче виникають під час післявоєнної відбудови.

Процес притягнення Росії до відповідальності охоплюватиме політичні та юридичні стратегії. Юридичні дії, пов'язані зі зміною клімату, можуть передбачати притягнення до відповідальності держав (державна відповідальність), фізичних осіб (кримінальна відповідальність) або юридичних осіб (корпоративна відповідальність). Натомість репарації/компенсації, пов'язані зі зміною клімату, вимагатимуть насамперед дипломатичного та політичного підходу. Обидва аспекти відіграють унікальну роль у відшкодуванні шкоди, пов'язаної зі зміною клімату, і вимагають чітких підходів і різних механізмів. І вони обов'язково будуть взаємодоповнювати одне одного.

Основна політична стратегія має охоплювати зусилля, спрямовані на включення шкоди, пов'язаної зі зміною клімату, до механізму репарацій, який має бути створений у зв'язку з агресією та/або застосуванням сили з боку Росії, як міжнародно-протиправного діяння. Механізм, зокрема його основоположний нормативно-правовий акт, має передбачати можливість державам, приватним компаніям та фізичним особам вимагати відшкодування шкоди довкіллю та зміні клімату (незалежно від того, яку форму матиме такий акт — рішення міжнародної організації, спеціальний міжнародний договір тощо). Це не означає, що формулювання має бути детальним або конкретним, оскільки різні деталі обов'язково будуть встановлені подальшими рішеннями щодо впровадження механізму. Це також не означає, що вимагати відшкодування шкоди, пов'язаної зі зміною клімату, буде легко: відомі проблеми атрибуції (присвоєння), причинно-наслідкового зв'язку та оцінки залишатимуться актуальними. Важливо забезпечити наявність політичної та правової бази, що дозволяє враховувати такі міркування в рамках механізму репарацій.

Очікувані міжнародні (або гібридні) кримінальні провадження можуть також надавати можливості для притягнення російських посадовців до відповідальності. Нинішні обмеження Римського статуту, швидше за все, не дозволять розглядати звинувачення, пов'язані зі зміною клімату, як частину воєнних злочинів, що розслідуються і переслідуються в судовому порядку. Однак у разі створення нового або спеціального трибуналу його юрисдикція може охоплювати екоцид або ширше розуміння екологічного злочину(-ів), якщо ключові міжнародні партнери погодяться на це.

Приватні компанії за межами України, ймовірно, зазнали шкоди, яку можна кваліфікувати як «пов'язану зі зміною клімату», зокрема витрати на будь-які додаткові викиди ПГ, спричинені нею. Такі компанії можуть використовувати наявні арбітражні механізми, зокрема ті, що доступні для інвестиційних спорів, щоб вимагати відшкодування такої шкоди. Альтернативно, механізм репарацій може передбачати юридичні підстави (або безпосередньо для них, або для держав їхньої реєстрації, які діятимуть від їхнього імені) для пред'явлення позовів щодо шкоди, якої вони зазнали у зв'язку зі зміною клімату, якщо така є.

Врешті, без достатніх і надійних наукових досліджень не буде можливостей для притягнення Росії до відповідальності за шкоду, пов'язану зі зміною клімату, або вони будуть неефективні. Вже на цьому етапі наукові дослідження мають вирішальне значення для виявлення, оцінки та оприлюднення шкоди, пов'язаної зі зміною клімату та спричиненої російською війною. Такі дослідження сприятимуть посиленню суспільного дискурсу, генеруватимуть політичну підтримку та закладатимуть фактологічну основу для будь-яких судових процесів проти Росії та її посадовців.

## 3. Усунення шкоди

---

У цьому розділі ми хочемо показати різні способи, як можна виправити шкоду, яку клімату завдала війна: через поглинання вуглекислого газу, прискорення заходів зі зменшення впливу на клімат або уникнення майбутніх викидів.

Теоретично, Російську Федерацію можна було б зобов'язати компенсувати військові викиди. Російська Федерація, як країна-агресор, не зважає на шкоду, яку вона завдає, і представляє цю «спеціальну військову операцію» як спровоковану війну. Вона також не бере на себе жодної відповідальності за шкоду, яку завдає; тому малоймовірно, що Росія візьме на себе відповідальність за шкоду, завдану клімату. Крім того, Російська Федерація має поганий послужний список, коли йдеться про боротьбу зі зміною клімату, зокрема, про скорочення викидів. У нещодавній оцінці кліматичної стратегії Росії було зроблено висновок, що «кліматичні плани Росії значною мірою провалилися. По суті, кліматичні закони, правила і стратегії приймаються для того, щоб розмити будь-яку ефективну політику скорочення викидів вуглецю, яка може загрожувати рентам еліти»<sup>51</sup>. Енергетичний аналітичний центр Ember Climate має схожі спостереження, зазначаючи, що «Росія все ще має майже нульову вітрову та сонячну генерацію. Це залишає Росію значною мірою глобальним аутсайдером — немає жодної іншої країни G20, яка б ще не планувала вітрову або сонячну енергетику у великих масштабах»<sup>52</sup>.

Більшість викидів, пов'язаних із війною, відбуваються або відбуватимуться на території України. Цивільній інфраструктурі та природі завдано значної шкоди, а відновлення, відбудова або повернення до довоєнного стану можуть бути здійснені у низьковуглецевий спосіб за принципом «відбудувати краще, ніж було» (building-back-better). Тому для України більш ніж логічно взяти на себе цю роль, щоб виправити шкоду і використати свою територію для пом'якшення цих викидів, припускаючи, що Росія заплатить за це.

Існує багато способів, як Україна може компенсувати шкоду для клімату. Найочевидніший з них — компенсувати викиди, що виникають внаслідок лісових пожеж. Лісові пожежі є нормальним явищем і можуть мати як природні причини, наприклад блискавка, так і людські, наприклад через куріння. Ліс, яким керують на засадах сталого розвитку, відновлюється після пожежі та виростає знову. Виростаючи, він поглине такий же обсяг вуглекислого газу, який виділив під час пожежі, хоча це займе значний час. З іншого боку, шкода, завдана лісам внаслідок воєнних дій, є набагато серйознішою і може бути незворотною. У наших розрахунках ми припустили, що згодом багато лісів зникне, і вся біомаса буде використана чи розкладеться. Це означає, що ліс не відновиться у природний спосіб і для цього

51. Climate Strategies 2023, Russian Climate Strategy: Imitating Leadership, <https://climatestrategies.org/publication/russian-climate-strategy-imitating-leadership/>

52. Ember Climate, Russia's electricity transition has yet to begin, accessed 9 October 2023. <https://ember-climate.org/countries-and-regions/countries/russia/>

потрібне буде активне втручання. Тут може допомогти компенсація шкоди клімату Російською Федерацією, фінансуючи швидке відновлення лісів на постраждалих територіях та впровадження інших природоорієнтованих рішень для прискорення поглинання вуглецю.

Іншим очевидним способом пом'якшення наслідків війни є прискорене розгортання відновлюваної енергетики в Україні. Відновлювані джерела енергії, як-от вітер і сонце, вже є конкурентоспроможним способом виробництва електроенергії, але додаткові кошти, зокрема інвестиції в децентралізовані потужності з виробництва електроенергії, модернізацію електромереж та зберігання енергії, могли б допомогти ще швидше замінити вироблення електроенергії з викопних видів палива.

Третій шлях — це низьковуглецева відбудова пошкоджених будівель та інфраструктури. Хоча викиди внаслідок відбудови не можуть бути зведені до нуля, викиди від будівництва можна мінімізувати. У цьому звіті ми детальніше розглянемо походження будівельних викидів і те, якою може бути низьковуглецева відбудова.

## **Дослідження: Низьковуглецева відбудова та зменшення «вуглецевого сліду»**

Наші три послідовні оцінювання продемонстрували, що найбільша частина викидів, пов'язаних із війною, буде спричинена післявоєнною відбудовою (див. розділ 4.5 «Відбудова»). Ці оцінювання містять припущення, що вся пошкоджена та зруйнована інфраструктура буде відновлена з використанням традиційних будівельних матеріалів та методів, але існує значний потенціал для мінімізації викидів у разі застосування сталих та низьковуглецевих технологій та матеріалів для відновлювальних робіт.

У цьому дослідженні ми спочатку пояснимо різницю між «вуглецевим слідом» (будівельні матеріали) та вуглецевими викидами при експлуатації (використання енергії). Потім ми розглянемо, як «вуглецевий слід» регулюється у Європі та як можна зменшити викиди вуглецю на різних етапах будівельного проєкту. Ми застосуємо ці загальні концепції до післявоєнної відбудови України і кількісно оцінимо, наскільки цих будівельних викидів можна уникнути або мінімізувати їх. Насамкінець ми опишемо способи стимулювання будівельної галузі до скорочення викидів та наступні кроки, які необхідно здійснити для цього.

У цьому кейсі ми насамперед розглянемо категорію «Будівлі та промисловість», на яку припадає 50% викидів від реконструкції. Інші 50% викидів внаслідок відновлення стосуються категорії «Комунальні послуги та інфраструктура» і мають аналогічні можливості для скорочення викидів.

## Викиди вуглецю за весь термін служби будівель: вуглецеві викиди при експлуатації та «вуглецевий слід»

Викиди будівель залежать від усього життєвого циклу будівлі. Весь життєвий цикл будівлі згідно з EN-15978 показано в наведеній нижче таблиці з різними етапами життя будівлі, починаючи від постачання сировини для виробництва будівельних матеріалів і закінчуючи утилізацією матеріалів будівлі в кінці терміну експлуатації.

<b>ЕТАП ПРОДУКТУ</b>	Постачання сировини	<b>A1</b>
	Транспортування	<b>A2</b>
	Виробництво	<b>A3</b>
<b>ЕТАП ПРОДУКТУ ЕТАП БУДІВНИЦТВА</b>	Транспортування на будівельний майданчик	<b>A4</b>
	Монтаж будівлі	<b>A5</b>
<b>ЕТАП ВИКОРИСТАННЯ</b>	Використання/застосування	<b>B1</b>
	Обслуговування	<b>B2</b>
	Ремонт	<b>B3</b>
	Заміна	<b>B4</b>
	Модернізація	<b>B5</b>
	Експлуатаційне використання енергії	<b>B6</b>
	Експлуатаційне водокористування	<b>B7</b>
<b>ЕТАП ЗАКІНЧЕННЯ ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ</b>	Демонтаж/знесення	<b>C1</b>
	Транспортування	<b>C2</b>
	Перероблення відходів	<b>C3</b>
	Утилізація	<b>C4</b>

Таблиця 3: Етапи життєвого циклу будівель

Кожен етап створює викиди, що збільшують обсяги вуглецю за весь термін служби будівлі, які поділяються на експлуатаційні викиди вуглецю і «вуглецевий слід»: експлуатаційне споживання енергії (B6) та експлуатаційне споживання води (B7) формують експлуатаційні викиди, тоді як всі інші етапи (A, B1-5 та C) формують так званий «вуглецевий слід». У цьому дослідженні ми розглянемо лише «вуглецевий слід», а не експлуатаційні викиди вуглецю.

У старих будівлях найбільшим джерелом викидів звичайно є експлуатаційні викиди вуглецю протягом терміну служби будівлі, зокрема, у будівлях, побудованих за часів Радянського Союзу в Україні. Старі будівлі часто погано утеплені й тому споживають багато енергії. Досі основна увага будівельної галузі була зосереджена на зменшенні

попиту на енергію за рахунок кращого утеплення будівель, тоді як державне регулювання стало більш обмежувальним завдяки оновленим будівельним нормам і правилам. Оскільки будівлі стають усе більш енергоефективними, а енергопостачання декарбонізується, експлуатаційні викиди вуглецю зменшуються, а «вуглецевий слід» стає основним джерелом вуглецевих викидів.

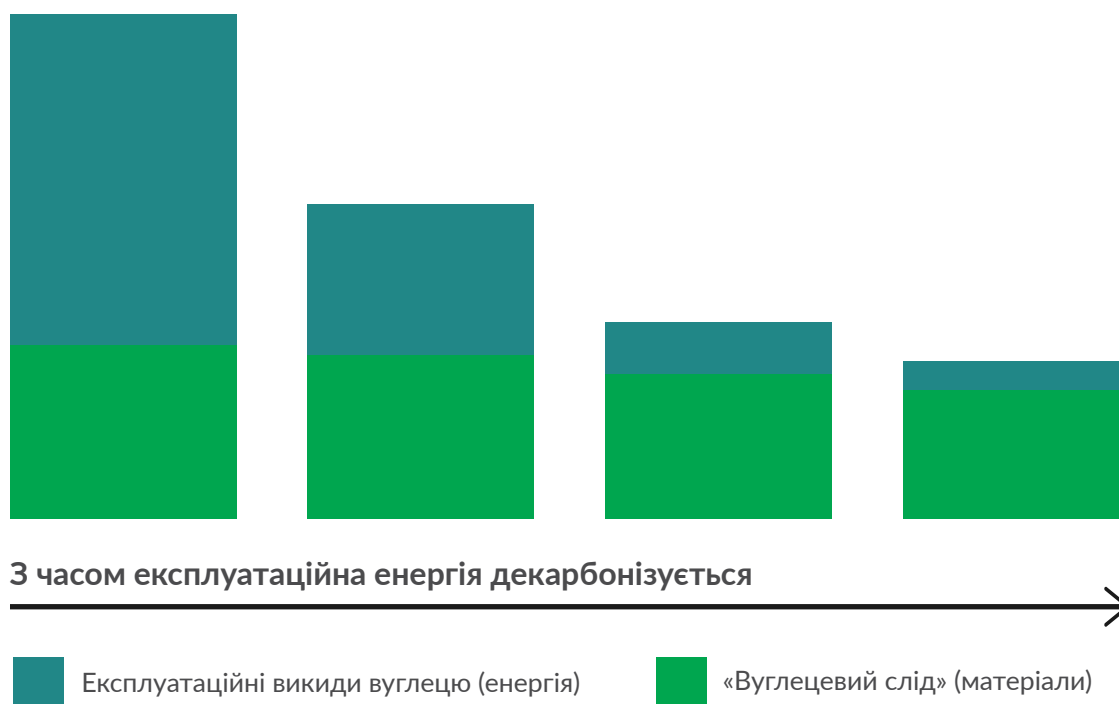


Рис. 2: Важливість «вуглецевого сліду» зростає зі зменшенням потреб в енергії та декарбонізацією джерел енергії

Допоки виробництво будівельних матеріалів, як-от цементу та сталі, покладається на викопне паливо і застосовуються хімічні процеси з інтенсивними викидами, «вуглецевий слід» залишатиметься незмінним. Вплив, пов'язаний із «вуглецевим слідом», відбувається під час будівництва та реконструкції і не може бути зменшений згодом, що підкреслює важливість вибору проєкту на ранніх етапах.

## Нові регуляторні норми в Європі

Усвідомлюючи необхідність боротьби з «вуглецевим слідом», деякі європейські країни розробляють нормативно-правові акти, спрямовані на скорочення цих викидів. У таблиці нижче наведено огляд окремих європейських країн, які впроваджують норми «вуглецевого сліду». Як бачимо, ці нормативні акти прийняті відносно недавно або набудуть чинності лише в майбутньому. Спільною рисою більшості нормативних актів є те, що «вуглецевий слід» виражається в кг CO<sub>2</sub> екв./м кв.<sup>53</sup>.

53. Цей питомий коефіцієнт викидів зазвичай розраховується шляхом ділення «вуглецевого сліду» будівлі за весь період експлуатації на загальну площу будівлі.

Країна	Методологія	Одиниця виміру	Чинність	Тип відповідності
Данія	Byggnisreglement	Впливи/м <sup>2</sup> /рік	2023	Граничне значення
Фінляндія	Фінський метод / RakL	кг CO <sub>2</sub> екв./п-м <sup>2</sup> /а і кг CO <sub>2</sub> екв./місце- м <sup>2</sup> /а	Очікується у 2024 році	Граничне значення
Франція	Re2020	кг CO <sub>2</sub> екв./м <sup>2</sup>	2022	Граничне значення
Нідерланди	MPG	євро/м <sup>2</sup> /а	2013	Граничне значення
Норвегія	NS 3720/ TEK17	кг CO <sub>2</sub> екв./м <sup>2</sup> /а	2022	Декларація
Швеція	Klimatdeklaration av byggnader	кг CO <sub>2</sub> екв./м <sup>2</sup>	2022	Декларація
Сполучене Королівство	План Лондона / Частина Z	кг CO <sub>2</sub> екв. і кг CO <sub>2</sub> екв./м <sup>2</sup>	Чинний / пропонований	Декларація
ЄС	Рівень(-i)	кг CO <sub>2</sub> екв.	Запропоновано 2027/2030 рр.	Декларація

Таблиця 4: Регуляторні рамки для «вуглецевого сліду» в Європі<sup>54</sup>

Французьке законодавство є найбільш передовим, а максимально допустимий «вуглецевий слід» для приватних житлових приміщень з часом знижується, як показано в таблиці нижче.

Тип будинку	Максимальне значення (в кг CO <sub>2</sub> е/м <sup>2</sup> )			
	2022 – 2024	2025 – 2027	2028 – 2030	з 2031
Індивідуальний будинок	640	530	475	415
Багатоквартирний будинок	740	650	580	490

Таблиця 5: Встановлені граничні значення «вуглецевого сліду» для приватного житла у Франції<sup>55</sup>

На рівні ЄС регулювання «вуглецевого сліду» поки що не здійснюється. Але, як це часто буває, нове регулювання спочатку розробляється країнами-членами, а потім гармонізується на рівні ЄС, і, як очікується, це саме станеться і щодо «вуглецевого сліду» чи викидів вуглецю за весь термін служби. Однак таксономія ЄС (див. вставку нижче) вже враховує «вуглецевий слід» як потенційну категорію «зелених» проєктів.

54. Construction carbon regulations in Europe, October 2022, One-click LCA. <https://www.oneclicklca.com/construction-carbon-regulations-in-europe/>

55. <https://www.legifrance.gouv.fr/download/pdf?id=Y9LyRJ3tkBWszEVIQZBXMJOztP5gCXMNFUg5VvtB7GA=>



## Скорочення «вуглецевого сліду» на практиці

Зменшити «вуглецевий слід» непросто. Непросто, оскільки сектор будівництва є консервативним і жорстко регульованим, а на всіх етапах розробки проєкту задіяно багато учасників. Хоча найбільший потенціал для скорочення «вуглецевого сліду» мають етапи планування та розробки проєкту, на цих ранніх етапах «вуглецевий слід» зазвичай не береться до уваги. Коли «вуглецевий слід» узагалі враховується, це часто відбувається лише під час будівництва або експлуатації та технічного обслуговування, але тоді зменшити «вуглецевий слід» дуже складно. Це наочно показано на графіку нижче. Коли будівля збудована, можливостей для скорочення «вуглецевого сліду» практично немає.



Рис. 3: Можливості скорочення «вуглецевого сліду» та учасники, залучені на різних етапах розробки проєкту

Нещодавнє дослідження, проведене на замовлення Всесвітньої бізнес-ради зі сталого розвитку, перераховує понад 50 заходів для інвесторів та розробників проєктів щодо того, як вони можуть скоротити «вуглецевий слід» на різних етапах проєкту<sup>56</sup>. Це наочно демонструє безліч різних можливостей для скорочення викидів, але водночас підкреслює складність реалізації заходів зі зменшення «вуглецевого сліду». Це одна з причин, чому державні регулятори вдаються до встановлення верхньої межі викидів (у кг CO<sub>2</sub> екв./м<sup>2</sup> за весь термін експлуатації<sup>57</sup>) і залишають способи досягнення цієї мети на розсуд ринку.

56. Decarbonizing construction, Guidance for investors and developers to reduce embodied carbon. <https://www.wbcsd.org/Programs/Cities-and-Mobility/Sustainable-Cities/Transforming-the-Built-Environment/Decarbonization/Resources/Decarbonizing-construction-Guidance-for-investors-and-developers-to-reduce-embodied-carbon>

57. Інші способи вираження «вуглецевого сліду» — це кг CO<sub>2</sub> екв./м<sup>2</sup>, що відображає обсяг вуглецю на квадратний метр на рік у Фінляндії, Норвегії та Данії, або €/м<sup>2</sup> у Нідерландах, де вуглецеві та інші викиди конвертуються у грошові витрати для довілля.

## Як це співвідноситься з українським контекстом?

Перш за все, в Україні відбудеться різке зниження викидів вуглекислого газу внаслідок поліпшення теплоізоляції будівель. За звичайних обставин це було б поступове зниження, але зараз, коли попереду величезні зусилля з відбудови, а тиск щодо підвищення енергетичної безпеки посилюється, скорочення попиту на енергію лише прискориться, а отже, зменшиться і рівень експлуатаційних викидів вуглецю в будівлях. Як і в інших європейських країнах, постачання енергії (електроенергії) також буде декарбонізовано. Відповідно увага до викидів від будівництва стає все більш важливою.

Наше поточне оцінювання показало, що викиди внаслідок відбудови становитимуть 54,7 млн тонн CO<sub>2</sub> екв., з яких 32,3 млн тонн CO<sub>2</sub> екв. припадатимуть на відбудову категорії «Будівлі та промисловість» (див. розділ 4.5). Розбивки викидів від будівництва типової будівлі в Україні не існує, але певне уявлення можна отримати на європейському рівні; відповідні дані представлено нижче. Цей огляд є результатом вибірки з тисячі європейських будівель з програми Carbon Heroes Benchmark.

Розподіл «вуглецевого сліду» за типами матеріалів  
для основних типів будівель

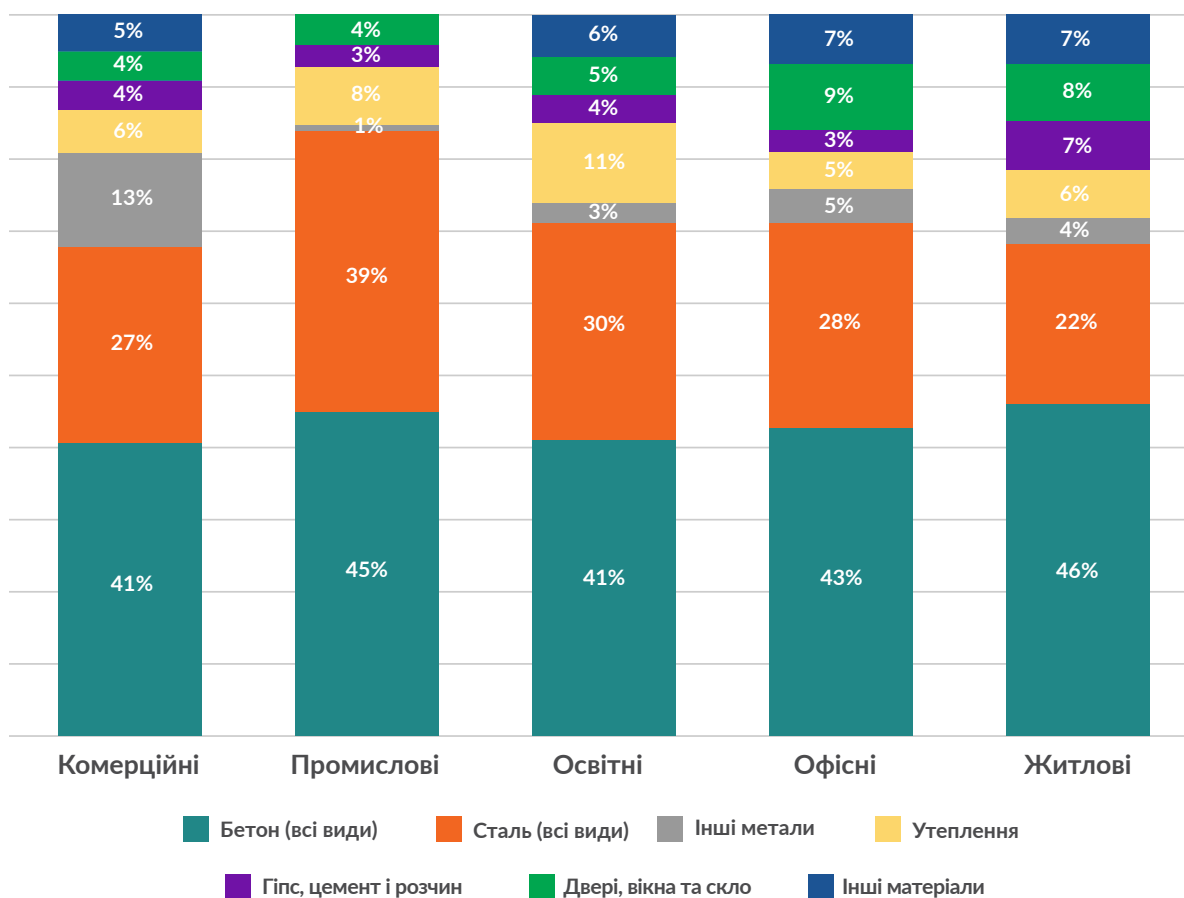


Рис. 4: Розбивка «вуглецевого сліду» за типом матеріалу для ключових типів будівель<sup>58</sup>

Загалом двома найбільшими джерелами викидів є бетон (43%) і сталь (30%), на частку яких в сукупності припадає три чверті всього «вуглецевого сліду». Це часто використовувані будівельні матеріали, які є дуже вуглецевоємними у виробництві.

Основним джерелом викидів бетону є цемент, який містить клінкер. Для виробництва клінкеру потрібно багато енергії, щоб запустити так званий процес випалу, що є хімічним процесом, при якому також утворюються великі обсяги CO<sub>2</sub>.

Детальний опис різних джерел вуглецю у виробництві цементу виходить за рамки цього дослідження, але загалом основним напрямом зниження вуглецевоємності бетону та цементу є заміна клінкеру додатковими цементуючими матеріалами (ДЦМ), які часто є побічними продуктами інших галузей промисловості<sup>59</sup>.

Прикладами ДЦМ є подрібнений гранульований доменний шлак, побічний продукт металургійної промисловості, та пиловугільна зола, побічний продукт спалювання вугілля, а також кальцинована глина. Як це може вплинути на вуглецевоємність цементу, показано в таблиці нижче.

Орієнтовні значення викидів парникових газів з бетону						
Позначення	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 45/55	C 50/60
	Викиди парникових газів (кг CO <sub>2</sub> екв./м <sup>3</sup> бетону)					
Бетон поточний середній	178	197	219	244	286	300
Бетон з показником СЕМ I (еталон CSC)	213	237	261	286	312	325
Бетон на 20% нижче середнього (наприклад, СЕМ III або СЕМ II/C)	142	158	175	195	229	240
Бетон на 30% нижче середнього (наприклад, СЕМ VI)	142	138	153	171	200	210

Таблиця 6: Орієнтовні значення викидів парникових газів при виробництві бетону

Як видно з таблиці вище, за умови достатньої пропозиції ДЦМ та правильних стимулів Україна має потенціал скоротити викиди вуглецю на 30%.

Іншим важливим компонентом є сталь. Як і виробництво цементу, виробництво сталі є енергоємним, і під час процесу хімічні реакції спричиняють викиди CO<sub>2</sub>. Відомо, що українське виробництво чавуну та сталі є менш ефективним порівняно з середньосвітовими показниками та приблизно на 20% більш вуглецевоємним. Тому навіть модернізація української металургійної промисловості призведе до значних скорочень. Але найбільший потенціал скорочення пов'язаний із переробкою сталі. Сталь – це продукт, який можна легко переробляти без значної втрати його міцності (на відміну від бетону), і переробка сталі є звичайною практикою. Зазвичай, основною перешкодою для переробки є наявність металобрухту, але через руйнування, спричинені війною, зараз є багато уламків, що містять чимало сталевих

59. Детальний опис див. у розділі «Вуглецевий слід» бетону»: [https://www.istructe.org/IStructE/media/Public/Resources/ARUP-Embodied-carbon-concrete\\_1.pdf](https://www.istructe.org/IStructE/media/Public/Resources/ARUP-Embodied-carbon-concrete_1.pdf)

елементів, наприклад балок та арматурної сталі в бетоні. Відновлення та переробка цієї доступної сталі призведе до значного скорочення викидів вуглецю<sup>60</sup>.

Ми підраховали, що поєднуючи всі зазначені вище заходи, в категорії «Будівлі та промисловість» можна уникнути близько **10 млн. тонн CO<sub>2</sub> екв.**, що становить **30% уникнення** викидів внаслідок відбудови.

Ще більший потенціал скорочення викидів пов'язаний із використанням альтернативних біологічних будівельних матеріалів, насамперед виробів з дерева, як-от дерев'яні каркасні будинки, утеплені целюлозою (виробленої з використаного паперу) або перехресно-ламінованою деревиною (CTL). Інша перспективна категорія – будівельні або утеплюючі матеріали із соломи або конопель, наприклад конопляний бетон<sup>61</sup>. Нещодавнє дослідження, проведене на замовлення «Нового європейського Баухаусу», дає чудовий огляд наявних варіантів та їх застосування в Україні<sup>62</sup>. Всі ці біологічні будівельні матеріали мають одну величезну перевагу: вони зберігають вуглець, поглинений рослинами або деревами під час їхнього росту. Відповідно їхній «вуглецевий слід» є від'ємним, і вони зводять до мінімуму використання вуглецевоємних цементу та сталі. У деяких випадках біологічні будівельні матеріали можуть навіть повністю компенсувати вуглецеві викиди цементу та сталі, яких не можна уникнути, зокрема при будівництві фундаментів. У таких випадках будівля навіть стає вуглецевонейтральною<sup>63</sup>.

Існують також інші види мінеральних будівельних матеріалів із меншим «вуглецевим слідом», як-от автоклавний газобетон (AAC) або різні структурні елементи з додаванням переробленого пластику, які можуть сприяти декарбонізації будівельного сектору. Можуть також використовуватись різноманітні інновації, які зменшують обсяги цементу та бетону, що використовуються для будівництва, шляхом застосування різних добавок та сумішей або структурних рішень, які забезпечують надійність та міцність будівель, зменшуючи при цьому вплив на клімат.

Використання альтернативних будівельних матеріалів може скоротити викиди навіть більше, ніж на 30%, проте, оскільки досвід роботи з цими матеріалами та їх доступність обмежені, потрібно більше часу, щоб вони знайшли широке застосування в Україні.

І останнє, але не менш важливе: найкращий спосіб зменшити «вуглецевий слід» – це спроектувати будівлю так, щоб витратити менше будівельних матеріалів. Це найпростіший і найефективніший спосіб зменшити «вуглецевий слід»: просто використовувати менше. Нещодавній 6-й оціночний звіт МГЕЗК підкреслює важливість принципу достатності для сектору будівель, серед проявів якого – оптимізація використання будівель, перепрофілювання невикористовуваних наявних

60. Детальний опис див. у розділі «Вуглецевий слід» сталі»: [https://www.istructe.org/IStructE/media/Public/Resources/ARUP-Embodied-carbon-steel\\_1.pdf](https://www.istructe.org/IStructE/media/Public/Resources/ARUP-Embodied-carbon-steel_1.pdf)

61. Є приклади українських компаній, що виробляють пінобетон. Див. <https://www.hempire.com.ua>

62. [https://new-european-bauhaus.europa.eu/system/files/2023-02/221207\\_NEB\\_circular\\_housing.pdf](https://new-european-bauhaus.europa.eu/system/files/2023-02/221207_NEB_circular_housing.pdf)

63. Наприклад, курорт в Угорщині, де біологічні будівельні матеріали компенсують викиди від цементу та сталі: [https://www.rotaecolodge.com/en/pdf/PDF\\_LCA\\_EN.pdf](https://www.rotaecolodge.com/en/pdf/PDF_LCA_EN.pdf)

будівель, надання пріоритету багатосімейним будинкам над односімейними, а також коригування розмірів будівель. Це вимагає досить грамотного проектування і глибокого розуміння того, як проєктні рішення впливають на загальний «вуглецевий слід» будівлі. Останніми роками в цьому напрямі було досягнуто значного прогресу, і на ринку з'явилося кілька програмних пакетів, які допомагають отримати таке розуміння ТА пропонують низьковуглецеві альтернативи.

## Як можна стимулювати будівельний сектор до скорочення викидів?

Як згадувалося раніше, регулятори в ЄС встановлюють верхню межу викидів (зазвичай у кг CO<sub>2</sub> екв./м<sup>2</sup> протягом усього терміну експлуатації) і залишають на розсуд ринку, як досягти цієї мети. В Україні, ми вважаємо, занадто рано встановлювати верхню межу, враховуючи, що розуміння «вуглецевого сліду» регуляторними органами та будівельним сектором перебуває на початковій стадії. Натомість ми рекомендуємо створити стимул для інвесторів та розробників проєктів залишатися нижче певного еталону.

Цей стимул буде працювати в такий спосіб. По-перше, встановлюється еталон для різних категорій проєктів, як-от житлові, освітні, офісні, комерційні та промислові будівлі. Цей еталон виражається в кг CO<sub>2</sub> екв./м<sup>2</sup>.

По-друге, при проєктуванні нових будівель їхній «вуглецевий слід» розраховується і порівнюється з цим еталоном. Результатом може бути бінарне рішення (нижче = зелений або вище = не зелений) або певний рейтинг від А (темно-зелений) до G (червоний). Такий вид рейтингів уже був запропонований в рамках так званої програми Carbon Heroes Benchmark, розробленої One-click LCA<sup>64</sup>.

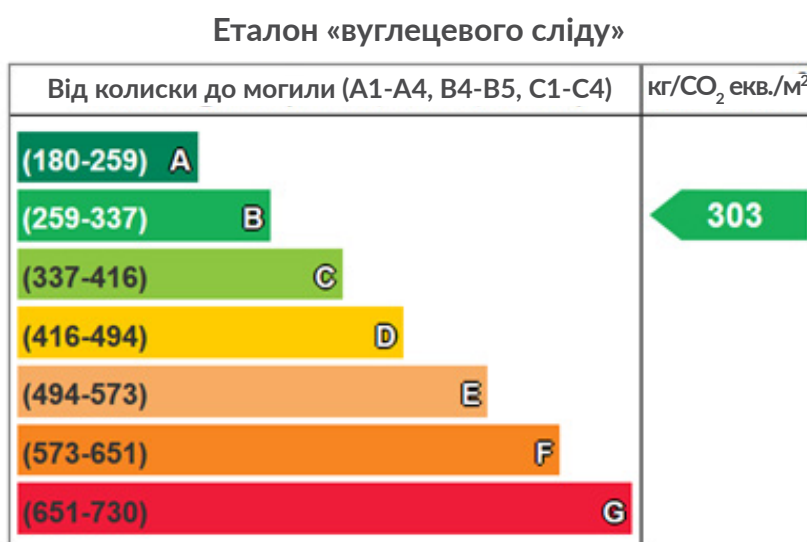


Рис. 5: Визначення рейтингу проєкту будівлі за еталоном

64. <https://www.oneclicklca.com/carbon-heroes-benchmark-program-whole-building-embodied-carbon-profiling/>

Ця рейтингова система фактично є таксономією будівельних проєктів, пристосованою до конкретних потреб відбудови України, але заснованою на тих самих принципах, що й таксономія ЄС (див. вставку нижче). Подібно до Таксономії ЄС, запропонована «Таксономія будівництва в Україні» допомагає визначити, які заходи з відбудови є справді «зеленими», а які — звичайними або стандартними проєктами.

Багато зусиль з відновлення фінансуватимуться за рахунок коштів, наданих європейськими та іншими західними донорами або спрямованих в Україну через міжнародні фінансові організації (МФО), як-от ЄБРР або Світовий банк. Декарбонізація все більше стає нагальним пріоритетом для цих донорів та МФО, і вони хотіли б спрямувати якомога більше коштів на «зелені» проєкти.

Україна чітко заявила, що її відновлення та відбудова мають бути «зеленими», і в цьому контексті також використовується поняття «відбудувати краще, ніж було». Що саме мається на увазі під зеленою відбудовою, тим не менш, часто залишається незрозумілим. Будівництво споруд із гарною теплоізоляцією та подвійним або потрійним склінням вже передбачено українськими будівельними нормами і є економічно доцільним. Те ж саме стосується і встановлення сонячних панелей на будівлях, що саме по собі є гарною справою, але зі зростанням цін на енергоносії та падінням вартості сонячних панелей, ймовірно, не потребуватиме особливого стимулювання.

Отже, за допомогою запропонованої «Таксономії будівництва в Україні» ці МФО можуть обирати проєкти, які вони хочуть фінансувати, та надавати пільгові фінансові умови для цих інвестицій. Вони також можуть вирішити надавати більші знижки на процентні ставки проєктам із вищим рейтингом порівняно з еталоном.

Компенсаційні надходження з Росії, згадані в попередньому розділі, також можуть стати стимулом для інвесторів. Наприклад, можна взяти різницю між вуглецевим еталоном та «вуглецевим слідом» проєкту і помножити це число на "тіньову ціну" вуглецю в 64 долари США/тонна CO<sub>2</sub> екв.

Альтернативними джерелами доходу потенційно можуть бути вуглецеві ринки, як-от добровільний вуглецевий ринок або проєкти, передбачені статтею 6 Паризької угоди. Однак ці ринки забезпечують потоки доходів, а не початкове фінансування. Ба більше, правила, передбачені статтею 6, знаходяться на етапі розробки і потребують певного часу, щоб стати чинними. Жоден режим торгівлі квотами на викиди вуглецю наразі не передбачає використання вуглецевих одиниць від проєктів за Статтею 6 як інструмент дотримання вимог. Тому ми б не радили поки що зосереджуватись на цих ринкових механізмах.

## **Що потрібно зробити, щоб досягти цього?**

Поняття «вуглецевого сліду» не дуже добре відоме в (українському) будівельному секторі. Отже, перш за все слід пояснити основні принципи «вуглецевого сліду», а також те, як можна розрахувати «вуглецевий слід» за допомогою наявних

програмних пакетів. Далі в Україні має бути впроваджена навчальна програма, яка дозволить архітекторам та інженерам-проектувальникам вводити свої будівельні проекти в програмне забезпечення і вчитися оцінювати вміст «вуглецевого сліду». Потенційно, запропонована «Таксономія будівництва в Україні» може бути започаткована в рамках проектів, що фінансуються МФО, при цьому консультант, залучений МФО, зможе провести первинну оцінку «вуглецевого сліду» для деяких типових проектів, проаналізувати доступність даних та програмні пакети, що використовуються місцевими проектувальниками, а також розробити програму розбудови спроможності серед українських фахівців.

Додавши базовий проект будівлі до програми, архітектор або інженер може вводити альтернативні проекти і бачити, як кожне проектне рішення впливає на «вуглецевий слід». Співставляючи різні варіанти дизайну, можна підібрати конструкцію з оптимальним «вуглецевим слідом» порівняно з іншими характеристиками.

Так проектант отримає практичне розуміння того, що таке «вуглецевий слід», і водночас програмне забезпечення наповниться реальними українськими проектами. Як наслідок, маючи в базі даних кілька таких проектів, можна буде встановити еталони для різних типів будівель; такі еталони, необхідні для визначення того, які проекти є «зеленими», а які – ні.

Будь-який калькулятор «вуглецевого сліду» повинен враховувати вуглецевоємність використаних будівельних матеріалів, тобто різних видів цементу та сталі. В ідеалі, кожен будівельний матеріал має супроводжуватись екологічною декларацією продукту (EPD), що містить таку інформацію. На практиці ці EPD (поки що) недоступні в Україні. Отже, поки що для наближеного визначення «вуглецевого сліду» варто використовувати коефіцієнти викидів за замовчуванням. Пізніше виробники українських будівельних матеріалів можуть пройти навчання щодо підготовки EPD для своєї продукції та заохочуватись до цього.

## **Висновки**

Є значний потенціал для уникнення будівельних викидів під час післявоєнної відбудови України. До 30% можна уникнути, використовуючи низьковуглецеві альтернативи цементу та сталі. Біологічні будівельні матеріали та розумне проектування можуть зменшити викиди від будівництва ще більше, потенційно скоротивши їх на 50%. Щоб досягти такого амбіційного рівня скорочення, необхідно, щоб усі зацікавлені сторони в будівельній галузі мали чітке уявлення про «вуглецевий слід» та шляхи його скорочення. Створюючи правильні стимули, міжнародні фінансові установи відіграють вирішальну роль у здійсненні низьковуглецевої відбудови.

## Таксономія ЄС

Таксономія сталого фінансування ЄС є одним із найважливіших майбутніх нормативних актів ЄС щодо декарбонізації будівельної галузі, оскільки вона вимагає від учасників фінансового ринку до 2025 року надавати розкриття інформації, узгоджене з таксономією. Вимоги до розкриття інформації передбачають кілька елементів і, наприклад, зобов'язують учасників фінансового ринку оцінювати стійкість своїх інвестицій, які були узгоджені з таксономією. Згідно з таксономією, всі види діяльності, пов'язані з торгівлею будівельними матеріалами, потенційно можуть зробити значний внесок у пом'якшення наслідків зміни клімату. Будівництво нових будівель, реконструкція будівель, індивідуальні заходи з реконструкції, а також придбання та володіння будівлями включені до видів діяльності, перелічених у таксономії. Для нефінансових компаній розкриття інформації має охоплювати частку обороту, капітальних та операційних витрат відповідно до таксономії, а для нових будівель площею понад 5000 м<sup>2</sup> необхідно враховувати викиди вуглецю за весь термін служби, щоб відповідати вимогам. Однак ніяких граничних значень поки встановлено не було. Очікується, що дорадчий орган з питань імплементації запровадить порогові значення «вуглецевого сліду» до 2025 року.



## 4.1 Бойові дії

Достовірних оцінок викидів ПГ, спричинених збройними силами в усьому світі, немає, а ініціативи щодо підвищення прозорості та оцінювання даних про вплив військ на клімат лише починають привертати увагу<sup>65</sup>.

Тим не менш, сучасні армії, як відомо, споживають багато викопного палива навіть у мирний час, адже використовують високотехнологічне обладнання (літаки, гелікоптери, кораблі, танки, бойові машини) та різноманітну допоміжну інфраструктуру (злітно-посадкові смуги, дороги, пункти постійного базування, полігони, машини постачання). Збройні сили споживають багато енергії через пріоритетність не енергоефективності, а вищих бойових характеристик техніки, необхідність швидкого пересування військ, загальну високотехнологічну мілітаризацію збройних сил та збільшення їхньої чисельності<sup>66</sup>.

Огляд досліджень викидів ПГ збройними силами у різних країнах (див. Додаток) допомагає досягнути масштаб і склад військових викидів ПГ, які становлять щонайменше 1% від загальних національних викидів ПГ. Аналіз цих досліджень дозволяє зробити декілька висновків.

Перш за все, якщо припустити, що консервативна частка операційних викидів військових у національних кадастрах становить 1%, то в мирний час російська армія, ймовірно, відповідатиме за викиди близько 20 млн тонн CO<sub>2</sub> екв.<sup>67</sup>, а українська — приблизно за 3 млн тонн CO<sub>2</sub> екв. За деякими оцінками, Росія залучила до війни в Україні 80% своїх сухопутних сил, а Україна для протистояння російському вторгненню очевидно задіяла всі наявні та додатково залучені ресурси. Під час війни рівень викидів, безумовно, значно вищий і, найімовірніше, збільшується в багато разів через мобілізацію робочої сили, інтенсивніше використання палива, будівництво укріплень і розгалужені ланцюги постачання.

По-друге, найвагомніше з усіх джерел викидів ПГ, пов'язаних із військовими операціями та веденням бойових дій, — це споживання палива. У мирний час на споживання палива може припадати до третини загальних викидів або ще більша частка, якщо враховувати лише операційні викиди (тобто без урахування викидів від ланцюгів постачання). Використання палива значно зростає під час активних військових операцій та бойових дій, а темпи зростання залежать від частки сил, задіяних у них. Найбільші обсяги витрат палива зазвичай пов'язані з використанням

65. Див., наприклад: A framework for military GHG emissions reporting, <https://ceobs.org/report-a-framework-for-military-green-house-gas-emissions-reporting/>; Climate of Change - Reshaping Military Emissions Reporting (2022), <https://www.osce.org/secretariat/529068>; та Submission to the UNFCCC Global Stocktake: military and conflict emissions (2023), <https://thefivepercentcampaign.files.wordpress.com/2023/02/gst-submission-military-emissions.pdf>

66. Brett Clark, Andrew K. Jorgenson & Jeffrey Kentor (2010), Militarization and Energy Consumption, *International Journal of Sociology*, 40:2, 23-43, DOI: 10.2753/IJS0020-7659400202

67. Така оцінка узгоджується з деякими обмеженими попередніми даними про річне споживання пального російськими військовими у 2016 році в обсязі понад 2 млн тонн на рік, з яких приблизно дві третини припадало на авіацію (див. <https://tass.ru/armiya-i-opk/4031315>), що передбачає, що споживання палива зумовлює приблизно третину загальних викидів.

реактивного пального для авіації (воно може становити понад дві третини від загального споживання), а також дизельного пального (може становити близько 20% від загального споживання). Співвідношення між використанням авіаційного і дизельного пального залежатиме від типів операцій, які виконують військові, а також від інтенсивності використання авіації під час бойових дій, яка подекуди може бути відносно низькою.

По-третє, споживання палива становить лише частину загального впливу на клімат, який виникає в ході поточної діяльності армії, мобілізації сил і ведення бойових дій. Інші фактори разом, зокрема, вуглецевий слід матеріалів, що використовуються для виробництва техніки і боєприпасів, будівельні матеріали й роботи, а також закупівля різних товарів і послуг, найімовірніше переважають вплив від використання пального. Викиди від ланцюгів постачання можуть бути у 2–5 разів вищими, ніж операційні військові викиди. Беручи до уваги те, що під час війни використовуються і виснажуються запаси, накопичені протягом багатьох років і навіть десятиліть, вплив таких попередніх викидів може бути ще значнішим.

Зрештою, через складність ланцюгів постачання та засекречення інформації, особливо під час війни, неможливо відстежити всі кліматичні наслідки та забезпечити високий рівень точності в оцінці кліматичних збитків. Термін «туман війни», що використовується для позначення невизначеності в розумінні ситуації, яку відчувають учасники військових операцій, релевантний і для оцінки викидів ПГ, пов'язаних із бойовими діями. Покроковий підхід, який переходить від масштабного погляду на ключові джерела викидів, зумовлених бойовими діями (наприклад, реактивне паливо, коли йдеться про споживання палива; артилерійські снаряди, коли йдеться про боєприпаси), до поступового поглиблення та розширення обліку, — це єдиний шлях вперед. Пошук союзників і створення альянсів має вирішальне значення для реалізації цього завдання, щоб поєднати експертні знання із різних галузей (наприклад, військова галузь, облік вуглецю) і секторів (наприклад, науковці, спільнота OSINT, аналітичні центри, журналісти тощо). Поступове підвищення точності та більш надійне обґрунтування припущень можливі лише через розуміння масштабу та структури викидів, зумовлених бойовими діями.

Крім того, вплив російської агресії виходить далеко за межі прямих викидів від споживання паливно-енергетичних ресурсів чи навіть викидів, пов'язаних із ланцюгами постачання. Для опису тактики ведення гібридної війни аналітики використовують поняття тотальної, глобальної та гібридної війни; ця тактика охоплює кібернетичні, економічні, інформаційні та секретні операції, які вважаються такою ж частиною російського підходу до війни, як і конвенційна війна. Приклади такої тактики: використання енергетичних ресурсів як зброї, блокада поставок зерна й інших продуктів харчування з України через Чорне море й навіть завдання шкоди доквіллю (як різновид зброї) задля впливу на громадську думку союзників та міжнародної спільноти<sup>68</sup>. Вплив таких методів гібридної війни слід також аналізувати як частину

68. War changes everything: Russia after Ukraine, edited by Marc Ozawa, <https://www.ndc.nato.int/news/news.php?icode=1798>

інших непрямих викидів ПГ, пов'язаних із військовими операціями та веденням бойових дій.

Поточне оцінювання зосереджене на прямих викидах Обсягу 1 (наприклад, спалювання палива, використання боєприпасів та вибухових речовин), інших непрямих викидах Обсягу 3 (наприклад, вуглецевий слід військової техніки та фортифікаційних споруд), а також на широкому спектрі інших непрямих викидів ПГ, пов'язаних із військовою сферою (викиди Обсягу 3 плюс). Викиди Обсягу 2 від закупленої енергії оцінюванням не охоплюються, оскільки вважається, що бойові дії здебільшого на них не впливають.

## **Викиди ПГ від спалювання викопного палива**

Викопне паливо має важливе значення для військової діяльності, його використовують танки та бойові машини, літаки й інші військові транспортні засоби, а також логістичний транспорт для перевезення боєприпасів, палива, військових, продовольства, медикаментів та інших вантажів. Пальне використовується під час мобілізації сил, оперативних пересувань, передислокації і навіть у режимі очікування. Крім того, пальне споживають цивільні транспортні засоби, залучені до діяльності, пов'язаної з війною: аварійні служби, медичні автомобілі, транспорт для евакуаційних переміщень населення і відновлення ланцюгів постачання, «тракторні війська», які витягують покинуту та пошкоджену техніку тощо. Паливні сховища також часто стають об'єктами атак ракетами або безпілотниками заради підриву спроможності підтримувати військові операції.

Найпомітніша техніка, що використовує викопне паливо, — літаки й основні бойові танки, а також інша броньована техніка, але найбільша частка споживання палива під час війни, мабуть, пов'язана із менш очевидними споживачами палива за лінією фронту. Для розгортання танків та іншої бронетехніки на полі бою на периферії працює величезна військова інфраструктура, яка потребує ще більших обсягів пального й енергії. Це важкі транспортні засоби, що перевозять військову техніку, вантажні вертольоти і літаки, забезпечення діяльності передових баз, генератори, що використовуються на командних пунктах і тимчасових базах, а також інша логістика, необхідна для переміщення людей і вантажів до районів проведення операцій і по всьому театру воєнних дій. Знищення Збройними Силами України передових складів пального та боєприпасів, а також ризик атак далекобійною артилерією та безпілотниками призвели до необхідності підвозити паливо й інші вантажі із залізничних станцій, розташованих на відстані 100 км і більше від лінії фронту<sup>69</sup> чи й із території Росії, де залізнична мережа, яка є ключовим елементом російської логістики, може функціонувати безпечніше. Це також означає, що значні обсяги пального споживаються навіть у той період, коли на полі бою виникають оперативні паузи (зокрема транспортування для накопичення резервів, логістика

69. Див., наприклад, аналіз логістичних мереж у Луганській області, <https://twitter.com/NLwartracker/status/1627047617938223106>

для підтримки повсякденних операцій військових, переміщення обладнання та персоналу тощо).

Великі обсяги споживання палива призвели до значних викидів ПГ і пов'язаного з війною впливу на зміну клімату. Проте кількісна оцінка споживання викопного палива дуже складна через обмеженість даних і високий рівень невизначеності. Метод висхідного аналізу для кількісної оцінки вимагає численних даних і припущень щодо кількості транспортних засобів, що використовуються у бойових діях і логістиці, характеристик різних типів транспортних засобів, відстаней перевезень і відстаней, що долаються під час оперативного переміщення військ, структури ланцюгів постачання тощо. Такі військові дані рідко доступні в мирний час, а під час війни отримати їх майже неможливо. Неагреговані дані про споживання пального, які б розкривали використання пального для військових цілей, також рідко доступні. Для розуміння масштабів витрат пального під час війни можуть бути використані лише непрямі опосередковані показники за допомогою методу спадного аналізу.

## **Оцінка споживання пального російськими військами**

Загалом, для оцінки потреб у паливі під час бойових дій та пов'язаних із ними викидів ПГ можна використовувати такі підходи, кожен з яких має певні проблеми щодо доступності даних:

- відстежувати загальний обсяг поставок палива для військових цілей (на основі офіційних даних або приблизних оцінок);
- використовувати контрольні показники з попередніх досліджень і збройних конфліктів (наприклад, витрата пального на типовий підрозділ на добу або витрата пального на одного солдата на добу);
- відстежувати дані про активність основного обладнання та техніки, які споживають паливо, й застосовувати відповідні коефіцієнти використання пального.

## **Дані про використання палива на основі розрахунків поставок палива**

Офіційних даних про постачання палива для військових цілей в Росії немає, тож можна застосовувати лише непрямі оцінки, наприклад, збільшення поставок палива до прифронтових регіонів. Ще до вторгнення аналітики вказували на накопичення запасів палива в прикордонних з Україною регіонах Росії та Білорусі. Згідно з даними російських залізничних перевезень, проаналізованих компанією Energy Intelligence, у січні та лютому 2022 року значно збільшилися поставки пального до семи прикордонних з Україною областей та півдня Білорусі. Щоденні обсяги поставок пального — переважно авіаційного та дизельного палива, а також деяких видів бензину — в 4–5 разів перевищували середні показники за 2021 рік. Ці дані охоплюють поставки для Міністерства оборони Росії до семи областей

на південному заході країни (Брянської, Белгородської, Воронежської, Курської, Ростовської, Краснодарської та Смоленської), а також до окупованого Криму<sup>70</sup>.

За підрахунками компанії Bloomberg, здійсненими в жовтні 2022 року на основі аналогічного аналізу залізничних даних, постачання бензину, дизельного й авіаційного палива підрозділам Міноборони РФ у шести прикордонних з Україною регіонах, а також в окупованих Донецькій і Луганській областях у 2022 році зросло приблизно у три рази: з 0,465 млн тонн пального за 9 місяців 2021 року до 1,431 млн тонн пального за аналогічний період 2022 року<sup>71</sup>.

Цифри, про які повідомляє Bloomberg, включають поставки до чотирьох основних аеропортів на південному заході Росії, де цивільні рейси заборонені з першого дня вторгнення наприкінці лютого 2022 року.

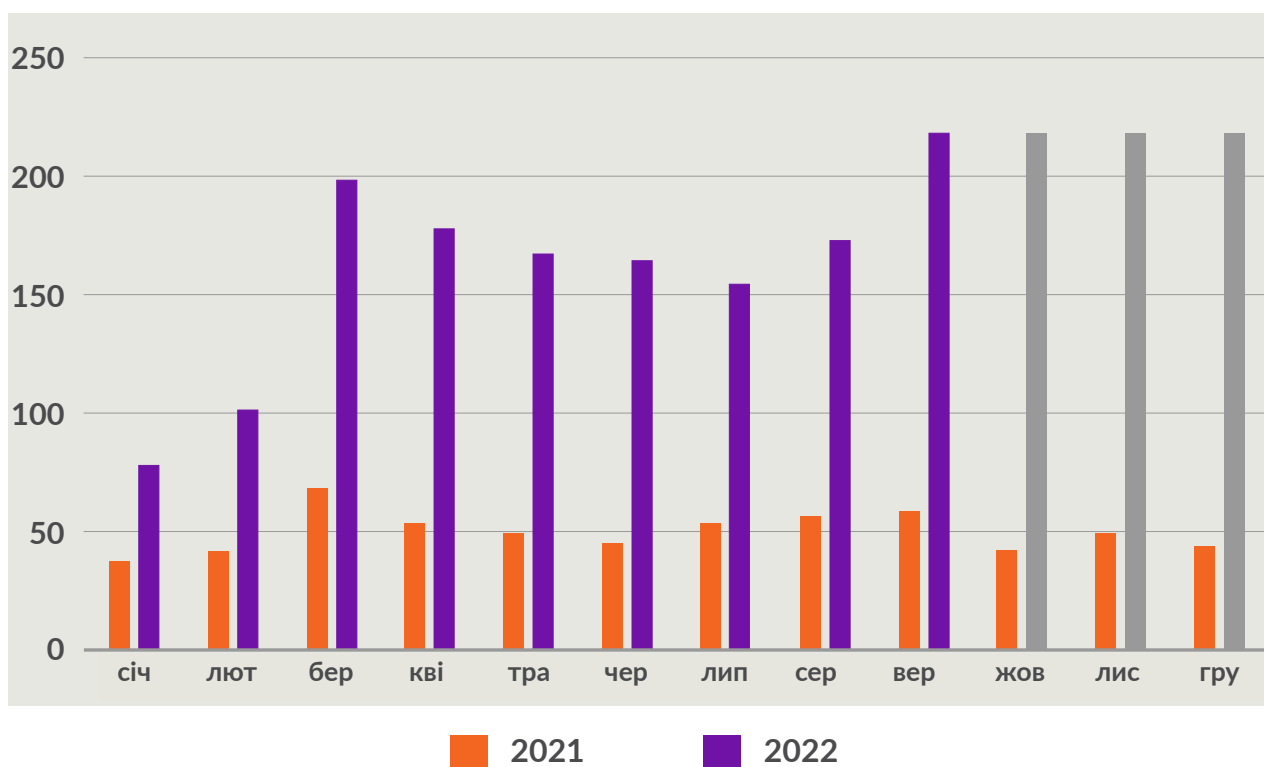


Рисунок 6. Зростання поставок палива в прикордонні з Україною регіони за місяцями, тис. тонн<sup>72</sup>

Оцінки на основі даних про залізничні поставки не відображають повної картини, адже додаткове паливо могло постачатися іншими шляхами: морським транспортом до Криму; нафтопродуктопроводом, що експлуатується компанією «Транснефть» у Воронежській та Белгородській областях, які межують із Україною; іншим сторонам, які можуть бути залучені у воєнні дії; а також – на початкових етапах війни – із Білорусі на північ України. Для цілей аналізу було застосовано припущення про 30% додаткових поставок палива іншими маршрутами.

70. Russia Boosts Flow of Fuel to Troops at Border, <https://www.energyintel.com/0000017f-0ebd-dfa7-a5ff-9fbf3c920000>

71. Розраховано на основі даних Bloomberg: Russia Sends More Fuel to Army In Ukraine Amid Mobilization, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-10-12/russia-sends-more-fuel-to-army-in-ukraine-amid-mobilization>

72. Попередні обсяги постачання у IV кварталі 2022 року розраховано на основі даних за вересень і позначено сірим кольором; це консервативна оцінка, що враховує мобілізацію додаткового особового складу та ресурсів

ПАРАМЕТРИ	Обсяг, тис. тонн
Заявлене додаткове постачання пального залізницею за 9 місяців 2022 року	966
Розрахунковий додатковий обсяг поставок палива залізницею протягом 2022 року	1,483
Орієнтовне постачання палива іншими маршрутами	30%
Розрахункове загальне споживання палива через війну у 2022 році	1,927
Розрахункове щомісячне середнє споживання палива через війну (вересень-грудень 2022 року)	220
Розрахункове загальне споживання палива через війну – до серпня 2023 року	3,685

Таблиця 7. Дані та параметри, використані для оцінки споживання палива на основі постачання

Розрахункове збільшення поставок пального залізницею, а також припущення щодо поставок іншими маршрутами були використані як приблизні дані щодо поставок пального для військових потреб. Утім, через призупинення роботи цивільної авіації в прикордонних з Україною регіонах частка, що припадає на військові потреби, може бути навіть більшою, ніж різниця із попереднім роком.

Розрахункові значення зростання надходження палива за вересень-грудень 2022 року (220 тис. тонн додаткового надходження палива на місяць різними шляхами) екстрапольовано на місяці 2023 року. Споживання пального за перший рік війни з використанням підходу, що ґрунтується на постачанні, оцінюється на рівні **3,7 млн тонн**.

## Дані про використання палива на основі задіяного особового складу

Другий підхід до оцінки споживання пального, пов'язаного з війною, ґрунтується на раніше опублікованих показниках використання пального на одного солдата на добу під час збройних конфліктів. Проте такі показники залежать від складу задіяних сил і застосування різних видів військової сили (зокрема, від активності використання авіації), а тому також містять високий рівень невизначеності.

У дослідженні компанії Deloitte, опублікованому у 2009 році, відзначається постійне зростання споживання пального під час збройних конфліктів через дедалі більшу механізацію технологій, що використовуються у воєнний час, динамічний характер конфліктів, що вимагає пересування на великі відстані, пересічену місцевість і нерегулярний характер бойових дій. Станом на 2007 рік середнє споживання пального оцінювалося в 22 галони на одного солдата на добу (що дорівнює 83,3 л на одного солдата на добу) й очікувалось його подальше зростання<sup>73</sup>. За іншими даними, щоденне споживання пального становить 16<sup>74</sup> і 27,3<sup>75</sup> галонів на одного солдата на добу (що дорівнює 61 і 103 л на одного солдата на добу) – так було під час збройних конфліктів в Іраку й Афганістані.

73. Deloitte, Energy Security. America's Best Defense, [https://legacy-assets.eenews.net/features/documents/2009/11/11/document\\_gw\\_02.pdf](https://legacy-assets.eenews.net/features/documents/2009/11/11/document_gw_02.pdf)

74. The World's Biggest Fuel Consumer, [https://www.forbes.com/2008/06/05/mileage-military-vehicles-tech-logistics08-cz\\_ph\\_0605fuel.html](https://www.forbes.com/2008/06/05/mileage-military-vehicles-tech-logistics08-cz_ph_0605fuel.html)

75. U.S. military in Iraq feels gouge of fuel costs, <https://www.nbcnews.com/id/wbna23922063>

На початку вторгнення кількість російських військових, які брали участь у нападі, оцінювалася в 190 000 осіб<sup>76</sup>, а на початку 2023 року кількість солдатів, залучених до окупації української території, становила 326 000–350 000 осіб, оскільки після мобілізації, оголошеної у вересні 2022 року, було залучено додатковий особовий склад<sup>77</sup>. До вересня 2023 року чисельність особового складу окупаційних військ зросла до 420 000<sup>78</sup>.

Існує істотна невизначеність щодо чисельності військ та її змін протягом війни. Для цілей оцінювання було застосовано консервативні цифри в 190 000 військових для першого року війни та 326 000 військових для другого року. Також застосовано значення у 83,3 л пального на одного солдата на добу. Станом на кінець серпня 2023 року розраховані за цим підходом обсяги споживання пального становлять 9 млн тонн.

## Загальне споживання палива російськими силами

Оцінки, отримані за допомогою двох розглянутих вище підходів, можуть бути використані як нижня і верхня межа споживання пального російськими загарбниками. За середньою оцінкою, це 6,3 млн тонн пального за 18 місяців війни (352 тис. тонн палива на місяць або еквівалент 4,2 млн тонн річного споживання палива).

Дані	Розрахунки на основі поставок палива	Розрахунки на основі особового складу	Середнє
Витрати палива, млн тонн	3.7	9	6.3

Таблиця 8. Розрахункові витрати палива

Найбільше палива споживає наземна техніка, куди входять і бойові «зуби» армії, і допоміжний логістичний «хвіст» збройних сил (див. у Додатку орієнтовну висхідну оцінку споживання викопного палива під час війни). Також є випадки руйнування сховищ палива та елементів ланцюга постачання палива, які збільшують загальні цифри, причому одна подія потенційно може спричинити згоряння кількох тисяч тонн палива (наприклад, може бути знищено один або кілька резервуарів для зберігання ємністю 5000 тонн або подібних).

## Використання палива Україною

Що ж до України, то даних про споживання пального на військові цілі також немає, але дуже ймовірно, що його обсяг значно нижчий, як порівняти зі споживанням

76. Армія Лукашенка. Як організована армія Білорусі та які існують сценарії нападу на Україну з півночі, <https://www.pravda.com.ua/articles/2022/12/29/7382763>

77. Див.: В Україні воюють 326 тисяч російських військових, – ГУР, and Сергій Наєв, командувач Об'єднаних сил ЗСУ, генерал-лейтенант Кількість ворога, задіяного на території України і довкола неї, – трохи більше 350 тисяч осіб <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/3673121-sergij-naev-komanduvac-obednanih-sil-zsu-generallejtenant.html>

78. В Україні перебуває понад 420 тисяч російських окупантів – ГУР, <https://www.pravda.com.ua/news/2023/09/10/7419172/>

пального Росією, і значно вищий, як порівняти з минулими роками. Суттєво нижчі обсяги споживання пального Україною пояснюються перевагами внутрішньої лінії оборони для України і використанням легшої техніки й транспортних засобів, а також довшими відстанями ланцюгів постачання для країни-нападника. Це також узгоджується з різницею у кількості візуально підтверджених втрат основної техніки під час війни: тут російські втрати в 2,7 рази перевищують українські<sup>79</sup>.

У національних звітах про викиди ПГ (в межах Рамкової конвенції ООН зі зміни клімату) викиди, пов'язані з військовою сферою, зокрема викиди від використання пального військами, включені до категорії 1.A.5 ІНШЕ (Не включене в інші розділи) загальної системи звітності<sup>80</sup>. Це найнадійніше джерело даних про використання рідкого палива у військових цілях, доступне для оцінювання масштабів викидів, пов'язаних зі збройними силами України до початку російського вторгнення.

Категорія кадастру 1.A.5.b – Інше (мобільне спалювання)	Викиди, тис. тонн CO <sub>2</sub> екв.	Використання палива, ТДж	Використання палива, тис. тонн
2020	448.03	6,159.43	140
2021	383.15	5,273.48	120

Таблиця 9. Дані національного звіту про інвентаризацію викидів за 2020–2021 роки

Від початку війни у лютому 2022 року споживання пального, пов'язане з військовими цілями, в Україні значно зросло, як безпосередньо військовими, так і різними цивільними транспортними засобами, що підтримують військову діяльність (як-от перевезення транспортних засобів та інших товарів на передову тисячами волонтерів), логістику та інші потреби.

Для цілей цього аналізу ми припускаємо, що споживання Україною палива, пов'язане з військовими цілями, коливається в діапазоні від 0,8 до 1,6 млн тонн із середнім значенням 1,2 млн тонн на рік (100 тис. тонн на місяць). Це майже десятикратне збільшення проти довоєнних обсягів споживання палива, оцінених на основі повідомлених викидів від використання рідкого палива військовими. Для порівняння, у 2022 році Україна імпортувала 7,3 млн тонн нафтопродуктів<sup>81</sup> (оцінене споживання палива для військових цілей становить 11–22% від імпорту нафтопродуктів). Загальний рівень споживання палива за 18 місяців війни оцінюється в 1,8 млн тонн. Обсяги споживання палива в Україні, очевидно, можна буде перевірити після закінчення війни.

79. За даними відкритих джерел, станом на 8 жовтня 2023 року Росія втратила 12 405 одиниць техніки, а Україна — 4550 одиниць техніки. Див.: Attack On Europe: Documenting Russian Equipment Losses During The 2022 Russian Invasion Of Ukraine, <https://www.oryxspioenkop.com/2022/02/attack-on-europe-documenting-equipment.html> and Attack On Europe: Documenting Ukrainian Equipment Losses During The 2022 Russian Invasion Of Ukraine, <https://www.oryxspioenkop.com/2022/02/attack-on-europe-documenting-ukrainian.html>

80. Ukraine. 2022 National Inventory Report (NIR), <https://unfccc.int/documents/476868>

81. Україна у січні скоротила імпорт нафтопродуктів та вугілля, <https://ua-energy.org/uk/posts/ukraine-u-sichni-skorotyla-im-port-naftoproduktiv-ta-vuhillia>



## Викиди від використання викопного палива

Загальні розрахункові викиди ПГ, пов'язані зі спалюванням палива, становлять 32 млн тонн CO<sub>2</sub> екв.

Дані	Російські сили	Українські сили	Разом
Очікуване використання палива, млн тонн	6.3	1.8	8.1
Прямі викиди ПГ від спалювання палива (оцінені з використанням коефіцієнта викидів за замовчуванням для дизельного палива), млн тонн CO <sub>2</sub> екв.	20.2	5.7	25.9
Викиди ПГ, пов'язані із виробництвом та транспортуванням спаленого палива <sup>82</sup> , млн тонн CO <sub>2</sub> екв.	4.7	1.3	6.1
Загальні викиди ПГ від спалювання палива, млн тонн CO <sub>2</sub> екв.	24.9	7.1	32.0

Таблиця 10. Загальне споживання палива і викиди ПГ

## Викиди ПГ від використання боєприпасів

Під час війни масово використовується ствольна артилерія калібру 152 мм (і Росією, і Україною) та 155 мм (Україною), що здатна доставити снаряд вагою близько 40 кг на відстань 17–40 км. Якщо на початку війни обидві сторони використовували артилерійські снаряди калібру 152 мм, то пізніше Україна перейшла переважно на артилерію калібру 155 мм, надану західними партнерами. Наприкінці першого року війни розподіл використаних артилерійських снарядів становив 10 до 1 на користь артилерії 155-го калібру<sup>83</sup>, а в середньому протягом 2022 року, за деякими оцінками, частка обох типів артилерійських боєприпасів була відносно рівною<sup>84</sup>.

Найбільш значна кількість викидів ПГ припадає на виробництво боєприпасів та відповідної сировини, а додаткові викиди виникають на етапі використання внаслідок згоряння метального заряду (пропеленту) під час стрільби та детонації бойової частини боєприпасу в місці попадання.

82. Розраховано на основі коефіцієнту викидів 745,68 кг CO<sub>2</sub> екв. на тону мінерального дизельного палива за даними Департаменту навколишнього середовища, продовольства та сільських справ Сполученого Королівства – коефіцієнти викидів «від свердловини до бака» (тобто попередні) для палива у таблиці "Conversion factors 2022: full set (for advanced users)" (на аркуші "WTT-fuels"), аналіз доступний на сайті: <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022>

83. Комбриг 45-ої бригади Олег Файдюк: Нам однозначно треба більше гармат, <https://www.pravda.com.ua/articles/2023/02/7/7388192/>

84. Ukraine finally launches domestic ammunition production. How will this impact the war? <https://euromaidanpress.com/2023/01/10/ukraine-finally-launches-domestic-ammunition-production-how-will-this-impact-the-war/>

Запаси артилерійських боєприпасів, використаних під час війни, ймовірно, будуть відновлюватися та поповнюватися, і вже є численні повідомлення про інтенсифікацію виробництва та нові виробничі лінії. Тому для оцінювання впливу війни на клімат враховуються викиди, пов'язані з виробництвом боєприпасів.

Використання артилерії та інших видів зброї залежить від інтенсивності бойових дій на різних ділянках фронту і суттєво варіюється від початку російського вторгнення.

Під час проведення першого оцінювання переглянуті оцінки кількості випущених снарядів значно коливалися в межах 5000–60 000 снарядів на добу. Також кількість змінювалася в часі залежно від інтенсивності обстрілів на різних ділянках фронту. У травні та червні 2022 року російська артилерія вела особливо інтенсивний вогонь.

Протягом перших місяців війни в більшості бойових дій російська артилерія суттєво переважала українську артилерію, а подеколи ця перевага досягала 10:1 і Росія випускала до 50 000 снарядів на день. Щоб компенсувати неможливість здійснювати високоточні удари, Росія використовували велику кількість снарядів<sup>85</sup>.

Пізніше поява на полі бою систем HIMARS дозволила розірвати ланцюги постачання артилерії та знищити багато складів — і в такий спосіб відсунути склади, що залишилися, на 80 км за лінію фронту<sup>86</sup>. Велика кількість боєприпасів була знищена ударами по складах та місцях зберігання боєприпасів, що спричинило детонацію та вибухи боєприпасів (знищено понад 50 російських складів).

Згідно з припущеннями початкового проміжного оцінювання, рівень використання артилерії з боку Росії становив 0,9 млн артилерійських снарядів на місяць (30 000 снарядів на день), і, крім того, з боку України — 0,2 млн снарядів на місяць (7500 снарядів на день). Ці оцінки можна вважати консервативними в умовах обмеженого доступу до інформації та високого рівня невизначеності, а також з огляду на оцінки інтенсивності застосування артилерії, надані різними аналітиками<sup>87</sup>.

З того часу почастишали повідомлення про дедалі більший дефіцит артилерії як для російських окупаційних сил<sup>88</sup>, так і для української армії. Хоча Росія може мати величезні запаси артилерійських снарядів, накопичені за радянських часів, їхній вік і незадовільні умови зберігання призвели до псування пропеленту і зробили старі

85. Ukraine Update: Russia was unprepared for a modern artillery war, <https://www.dailykos.com/stories/2023/9/23/2194180/-Ukraine-Update-Russia-was-unprepared-for-a-modern-artillery-war>

86. <https://twitter.com/TrentTelenko/status/1605644712458670080>

87. Згідно з доповіддю Королівського об'єднаного інституту оборонних досліджень, Росія випускала приблизно 20 000 152-мм артилерійських снарядів на день, а Україна — приблизно 6000, і ще більшою була відповідна диспропорція щодо кількості випущених реактивних систем залпового вогню і ракет. Джерело: Ukraine at War Paving the Road from Survival to Victory, [https://static.rusi.org/special-report-202207-ukraine-final-web\\_0.pdf](https://static.rusi.org/special-report-202207-ukraine-final-web_0.pdf). За даними інших аналітиків, з травня 2022 року й надалі інтенсивність вогню становила 1–1,5 млн пострілів на місяць (30 000–50 000 на добу), [https://twitter.com/Volodymyr\\_D\\_/status/1560350883929620481](https://twitter.com/Volodymyr_D_/status/1560350883929620481). Представники Міністерства оборони України повідомили, що в період інтенсивних бойових дій Росія використовувала 40 000–60 000 снарядів на добу, <https://telegraf.com.ua/ukr/ukraina/2022-09-06/5715744-godovoe-proizvodstvo-snaryadov-raskhoduetsya-za-mesyats-okkupanty-istoshchayut-svoi-arsenaly-pomozhet-li-kndr>. Наводились підрахунки, що лише за пів року війни Росія використала 7 млн артилерійських снарядів, не враховуючи втрат через руйнування складів, <https://theins.ru/politika/254514>

88. Див., наприклад: Russia Struggles to Maintain Munition Stocks (Part One), <https://jamestown.org/program/russia-struggles-to-maintain-munition-stocks-part-one>

запаси непридатними для використання<sup>89</sup>.

На початку 2023 року американські та українські чиновники зазначили, що інтенсивність артилерійського вогню з боку Росії суттєво впала, подекуди на 75% проти того високого рівня, що спостерігався у 2022 році. Зниження не було лінійним і відбувалося протягом тривалого часу, коли все ще залишалися періоди та ділянки фронту з дуже інтенсивним артилерійським вогнем. Проте різке зниження інтенсивності, а також використання старих і зношених артилерійських снарядів і спроби отримати боєприпаси з інших країн, як-от Північна Корея та Іран, свідчили про зменшення у Росії запасів зброї<sup>90</sup>.

У звітах за лютий 2023 року зазначалося, що Україна просила збільшити постачання артилерійських снарядів через очікувану ескалацію, а середній рівень використання становив близько 5 000 снарядів на добу<sup>91</sup>. Водночас Росія, згідно з оцінками, використала в чотири рази більше артилерійських снарядів, намагаючись захопити територію на сході країни й задіяти десятки тисяч нещодавно мобілізованих військових<sup>92,93</sup>.

Упродовж першого кварталу 2023 року частота російських обстрілів коливалась від 12 000 до 38 000 пострілів на добу, проте кількість днів, у які російські обстріли перевищували 24 000 пострілів, значно зменшилась<sup>94</sup>.

Від початку українського контрнаступу влітку 2023 року значна увага приділялась знищенню російської артилерії, і велика кількість пошкодженого обладнання була зафіксована як офіційними повідомленнями ЗСУ, так і візуально підтвердженими втратами з переліку Орух. Разом із активізацією артилерії з боку України під час наступальних операцій це почало зменшувати диспропорцію в інтенсивності вогню. За деякими даними, під час контрнаступу українська сторона випускала 6–8 тис. снарядів на добу<sup>95</sup>.

Припущення щодо показників використання артилерії, що застосовуються в розрахунках, подані у таблиці нижче.

89. Комбриг 45-ої бригади Олег Файдюк: Нам однозначно треба більше гармат, <https://www.pravda.com.ua/articles/2023/02/7/7388192>

90. За даними американських фахівців, цей показник знизився з пересічно 20 000 снарядів на день до приблизно 5000 на день, тоді як за оцінками України він знизився з 60 000 до 20 000 на день. Українська армія також була змушена нормувати використання артилерії протягом війни і в середньому випускала від 3000 до 7000 артилерійських снарядів на день. Див.: Russian artillery fire down nearly 75 %, US officials say, in latest sign of struggles for Moscow, <https://edition.cnn.com/2023/01/10/politics/russian-artillery-fire-down-75-percent-ukraine/index.html>. Див. також [https://twitter.com/konrad\\_muzyka/status/1635923958036922368](https://twitter.com/konrad_muzyka/status/1635923958036922368)

91. Ukraine pleads for ammunition 'immediately' as Russia steps up attack, <https://www.ft.com/content/817b7e61-9f09-494c-8f96-934810033b62>

92. Nato is in ammunition race against Russia in Ukraine, says Stoltenberg, <https://www.ft.com/content/3d3c9102-b8ef-4b1c-a8dc-6c844de71981>

93. Станом на квітень 2023 повідомлялося, що Україна використовує 7700 артилерійських снарядів на день, а Росія – втричі більше. Див.: Facing critical ammunition shortage, Ukrainian troops ration shells, <https://www.washingtonpost.com/world/2023/04/08/ukraine-ammunition-shortage-shells-ration>

94. Meatgrinder: Russian Tactics in the Second Year of Its Invasion of Ukraine, <https://rusi.org/explore-our-research/publications/special-resources/meatgrinder-russian-tactics-second-year-its-invasion-ukraine>

95. Ukraine is firing shells faster than can be supplied. Can Europe catch up?, <https://edition.cnn.com/2023/09/17/europe/ukraine-shell-supplies-intl/index.html>; US faces hurdles in ramping up munitions supplies for Ukraine war effort, <https://www.ft.com/content/b2c89d88-3e71-4787-920f-5385236aa684>

<b>ПЕРШЕ ПРОМІЖНЕ ОЦІНЮВАННЯ</b> (6-місячний період із 24 лютого до серпня 2022 року)			
<b>Дані</b>	<b>Снарядів на день</b>	<b>Снарядів на місяць</b>	<b>Снарядів за 6 місяців</b>
Розрахункове використання снарядів Росією	30,000	900,000	5,400,000
Розрахункове використання снарядів Україною	7,500	225,000	1,350,000
<b>Разом</b>	<b>37,500</b>	<b>1,125,000</b>	<b>6,750,000</b>
<b>ДРУГЕ ПРОМІЖНЕ ОЦІНЮВАННЯ</b> (6-місячний період із вересня 2022 року до лютого 2023 року)			
Розрахункове використання снарядів Росією	20,000	600,000	3,600,000
Розрахункове використання снарядів Україною	5,000	150,000	900,000
<b>Разом</b>	<b>25,000</b>	<b>750,000</b>	<b>4,500,000</b>
<b>ТРЕТЄ ПРОМІЖНЕ ОЦІНЮВАННЯ</b> (6-місячний період із березня 2022 року до серпня 2023 року)			
Розрахункове використання снарядів Росією	15,000	450,000	2,700,000
Розрахункове використання снарядів Україною	7,000	210,000	1,260,000
<b>Разом</b>	<b>22,000</b>	<b>660,000</b>	<b>3,960,000</b>
<b>ЗАГАЛЬНА КІЛЬКІСТЬ СНАРЯДІВ ПРОТЯГОМ ПЕРІОДУ ОЦІНЮВАННЯ</b> (24 лютого 2022 – 1 вересня 2023)			
Розрахункове використання снарядів Росією			11,700,000
Розрахункове використання снарядів Україною			3,510,000
<b>Разом</b>			<b>15,210,000</b>

Таблиця 11. Розрахункове використання артилерійських боєприпасів

Загальне використання артилерійських снарядів — понад 3,5 млн снарядів для України та 11,7 млн снарядів для Росії, або загалом понад 15 млн снарядів за 18 місяців війни. Якщо припустити, що вага артилерійського снаряда з контейнером становить 80 кг, то загальна їхня вага — 1,2 млн тонн.

Оскільки достовірної інформації про попередні та поточні залишки боєприпасів немає, виконані оцінки складно перевірити. Проте припущення вважаються обґрунтованими та консервативними, беручи до уваги інтенсивність використання боєприпасів і наявну інформацію про артилерійські запаси й постачання.

Зокрема, більшу частину ймовірного обсягу для України можна відстежити через інформацію про допомогу, надану різними партнерами<sup>96</sup>. Також Україна мала деякі запаси артилерійських снарядів калібру 152 мм. Запаси боєприпасів були виснажені

96. Згідно з Інформаційним бюлетнем щодо безпекової допомоги США Україні (<https://media.defense.gov/2023/Sep/21/2003306164/-1/-1/0/Ukraine-Fact-Sheet.PDF>), лише США надали 198 155-міліметрових гаубиць і понад 2 000 000 артилерійських снарядів калібру 155 мм, а також понад 7000 високоточних артилерійських снарядів калібру 155 мм, 200 000 артилерійських снарядів калібру 152 мм і 40 000 артилерійських снарядів калібру 122 мм. Артилерійські снаряди також надходили з інших країн, зокрема 50 000 снарядів калібру 152 мм надані Сполученим Королівством й отримані з Пакистану <https://euro-sd.com/2023/01/articles/29154/demand-and-supply-the-complexities-of-artillery-and-ammunition-supply-in-the-war-in-ukraine/>; 27 000 155-міліметрових снарядів — із Канади: <https://www.canada.ca/en/department-national-defence/campaigns/canadian-military-support-to-ukraine.html>; 18 500 снарядів — із Німеччини: <https://www.oryxspioenkop.com/2022/09/fact-sheet-on-german-military-aid-to.html>, понад 4000 снарядів — із Чехії: <https://www.czdefence.com/article/czech-republic-donates-artillery-ammunition-worth-czk-366-million-to-ukraine>; тисячі снарядів — з Естонії: <https://www.eurointegration.com.ua/eng/news/2023/01/23/7154651/>; та з інших країн: <https://www.kyivpost.com/post/11042>

періодичними вибухами на українських арсеналах внаслідок російських диверсій: за оцінками, близько 210 000 тонн було знищено під час 6 підривів із 2014 по 2018 рік. Крім того, близько 70 000 тонн було використано за п'ять років війни на Донбасі<sup>97</sup>. Тим не менш, певні запаси зберігалися і протягом початкового періоду війни їх активно використовували. Крім того, наприкінці 2022 року Україна запустила власне виробництво артилерійських боєприпасів калібру 152 мм і, хоча виробничі потужності не розголошуються, можна припустити, що йдеться про тисячі снарядів на місяць<sup>98</sup>.

За деякими оцінками, до війни Росія мала близько 17 млн одиниць боєприпасів, із них, як повідомляється, станом на грудень 2022 року було використано приблизно 10 млн. Потужність відновлення артилерії Росії до війни становила близько 1,7 млн одиниць на рік, а під час мобілізації потужність військової промисловості зростає і могла бути подвоєна<sup>99</sup>. Деякі інші дослідження показують, що навіть імовірно переоцінені виробничі потужності є нижчими й зростали з 0,2 млн снарядів у 2015 році до 0,7 млн снарядів у 2021 році<sup>100</sup>, а потенційна виробнича потужність після свого зростання під час війни становить від 1 до 2 млн снарядів на рік<sup>101</sup>. Крім того, Росія також використовувала резерви з Білорусі — як повідомлялося, за перший рік війни було поставлено 130 000 тонн<sup>102</sup> — і шукає можливості для імпорту артилерійських снарядів з інших країн.

Викиди від використання артилерійських боєприпасів охоплюють:

- 2 069 000 тонн CO<sub>2</sub> екв. від виробництва боєприпасів (сталевих корпусів і вибухових речовин);
- 41 675 тонн CO<sub>2</sub> екв. від викидів у точці ведення вогню;
- 2 890 тонн CO<sub>2</sub> екв. через викиди від детонації в місці удару снаряду.

Загальні викиди від використання боєприпасів становлять приблизно 2,1 млн тонн CO<sub>2</sub> екв.

Оскільки оцінки охоплюють лише артилерійські снаряди, припускається, що принаймні ще 30% викидів можуть бути пов'язані з використанням інших вибухових речовин і боєприпасів — снарядів малого калібру, мін середнього і важкого калібру, наземних мін, ручних гранат і гранат для безпілотників, боєприпасів для танкових гармат, артилерійських та авіаційних ракет тощо (зокрема різноманітних боєприпасів, що

97. In Five Years, Russian Agents Blew Up 210,000 Tons Of Ukrainian Ammo — And Nearly Silenced Kyiv's Artillery, <https://www.rusi.org/news-and-comment/in-the-news/five-years-russian-agents-blew-210000-tons-ukrainian-ammo-and-nearly-silenced-kyivs-artillery>

98. Ukraine finally launches domestic ammunition production. How will this impact the war? <https://euromaidanpress.com/2023/01/10/ukraine-finally-launches-domestic-ammunition-production-how-will-this-impact-the-war/>

99. Grosberg: Venemaal jätkub ründevõimet veel kauaks, <https://www.err.ee/1608815563/grosberg-venemaal-jatkub-rundevõimet-veel-kauaks>

100. Russia Struggles to Maintain Munition Stocks (Part Two), <https://jamestown.org/program/russia-struggles-to-maintain-munition-stocks-part-two/>

101. Russia ramps up artillery production but still falling short, Western official says, <https://www.reuters.com/world/europe/russia-ramps-up-artillery-production-still-falling-short-western-official-says-2023-09-09>

102. Investigation: Belarus sent over 130,000 tons of munitions to Russia in first year of full-scale war, <https://kyivindependent.com/investigation-belarus-sent-over-130-000-tons-of-munitions-to-russia-in-first-year-of-full-scale-war>

вибухають під час руйнування техніки).

Загальні викиди, пов'язані з використанням боєприпасів та вибухових речовин, становлять щонайменше **2,8 млн тонн CO<sub>2</sub> екв.**

## **Викиди ПГ від зведення фортифікаційних споруд**

Після звільнення значної частини української території восени 2022 року Росія стала готуватися до очікуваного українського контрнаступу. Лінії оборони були розгорнуті як на території Росії вздовж кордону з Україною, так і на окупованих територіях України за лінією фронту. Будівництво та зміцнення фортифікаційних споруд тривало і впродовж 2023 року.

Були споруджені численні укріплення вздовж лінії фронту, яка простяглася на сході та півдні країни приблизно на 1000 км<sup>103</sup>. Найдовші ділянки укріплених ліній являють собою траншеї різної глибини та ширини<sup>104</sup>.

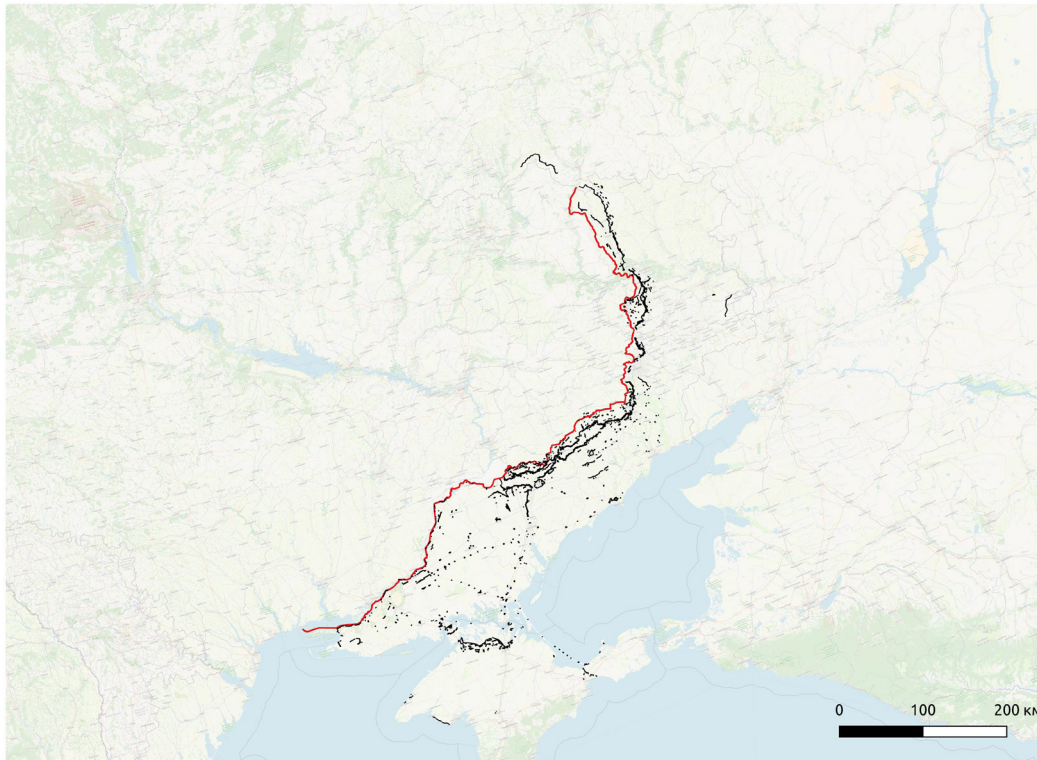
Траншеї копають як бойові позиції та засіб забезпечення захищеного зв'язку між бліндажами, укриттями й опорними пунктами. Вони можуть мати певний тип настилу з дерев'яних дошок або траншейних щитів, перекриття з дерев'яних рам, жердин і дощок, а також секції з верхнім перекриттям із колод або гілля і земляним укриттям та, в окремих випадках, залізобетонними панелями. Траншеї копають за допомогою спеціалізованої військової техніки, цивільної будівельної техніки або ручних інструментів. Крім траншей, поширені також укріплення типу «зуби дракона», доти, що слугують вогневими позиціями, та інші фортифікаційні споруди з бетону і сталі. Такі споруди були зафіксовані на відео-, фото- та супутникових знімках як поблизу лінії фронту, так і в інших місцях на окупованих українських територіях і на території Росії.

У багатьох місцях укріплення будують кількома рядами захисних ліній, а навколо міст, аеропортів, логістичних центрів та інших важливих об'єктів споруджують додаткові лінії укріплень<sup>105</sup>. Крім того, траншеї зазвичай не прямолінійні, а мають восьмикутну або зигзагоподібну форму. Враховуючи все це, можна сказати, що довжина таких ліній значно перевищує довжину лінії фронту, і на основі аналізу супутникових знімків її оцінюють у 3309 км (за оцінкою станом на 24 серпня 2023 року; деталі представлені на Рисунку 7 і в Додатку).

103. Візуалізація розташування та довжини ліній укріплень подана у статті: Follow the 600-mile front line between Ukrainian and Russian forces, <https://www.washingtonpost.com/world/interactive/2023/russia-ukraine-front-line-map>

104. Опис та візуалізація траншей та інших елементів фортифікаційних ліній подані у статті: Digging in. How Russia has heavily fortified swathes of Ukraine – a development that could complicate a spring counteroffensive, <https://www.reuters.com/graphics/UKRAINE-CRISIS/COUNTEROFFENSIVE/mopakddwbpa/index.html>

105. Див. мапу фортифікацій, підготовлену Бреді Афіком (дослідник розвідувальних даних з відкритих джерел, аналітик Американського інституту підприємництва): <https://read.bradyafrick.com/p/russian-field-fortifications-in-ukraine>



Однак коли у ЗМІ почали з'являтися повідомлення про наземні бої під час українського контрнаступу, виявилось, що масштаби укріплень ще більші, і не всі елементи можна побачити на супутникових знімках і нанести на карту. Перший рубіж оборони російських військ дуже укріплений і кожна лісосмуга серед полів має якісь фортифікаційні споруди та бойові позиції. Крім того, фортифікаційні системи деяких критичних зон виявились значно інтенсивнішими порівняно з тими, що були нанесені аналітиками з відкритих джерел.

Потенційні джерела викидів ПГ, спричинені будівництвом польових укріплень, охоплюють викиди, пов'язані з виробництвом і доставкою матеріалів (наприклад, деревини, цементу, бетону тощо), руйнуванням запасів вуглецю у ґрунті, споживанням палива під час роботи землерийної техніки, задіяної у створенні траншей, а також майбутніми роботами з демонтажу фортифікаційних споруд і відновленням ландшафту.

Існує спеціальна військова траншейна машина (БТМ-3), яку для будівництва траншей використовують моторизовані та механізовані піхотні підрозділи. Машина здатна копати траншеї глибиною до 1,5 м (шириною 1,1 м зверху і 0,5–0,6 м знизу) зі швидкістю розробки ґрунту 270–560 м/год (за меншої глибини швидкість вища). БТМ-3 має достатній запас пального для безперервного копання протягом 10–12 годин, а витрати пального складають 75 кг на годину<sup>106</sup>. Швидкість копання і витрати пального залежать від характеристик ґрунту. Якщо припустити, що середня швидкість копання — 400 м на годину, то для того, щоб вирити 1000 км траншей, знадобиться 2500 годин і 187,5 тонн дизельного палива. На риття котлованів для укриттів і техніки знадобиться додаткова енергія. Проте, хоча одна траншейна машина і споживає значну кількість пального, як порівняти з усіма обсягами використання викопного палива під час війни, її загальне споживання не таке суттєве: його можна оцінити у менше ніж 1000 тонн. Аналогічний

106. BTM-3 Trenching machine, [http://www.military-today.com/engineering/btm\\_3.htm](http://www.military-today.com/engineering/btm_3.htm); see also <https://bmz.ru/high-speed-trench-digging-machine-btm-3>

рівень споживання палива може бути і для демонтажних і відновлювальних робіт.

Спорудження польових укріплень потребує чималих обсягів бетону, дерева й інших будівельних матеріалів<sup>107</sup>. Для зведення «зубів дракона», різних інших протитанкових перешкод, укриттів і бункерів, захищених бойових позицій, вогневих позицій та інших залізобетонних конструкцій використовують бетон, який є вуглецевоємним матеріалом. Вуглецевий слід бетону прямо пропорційний частці цементу в ньому, оскільки процес виробництва цементу — дуже енерго- та вуглецевоємний, а основні викиди пов'язані зі споживанням викопного палива та процесом випалу під час виробництва клінкеру.

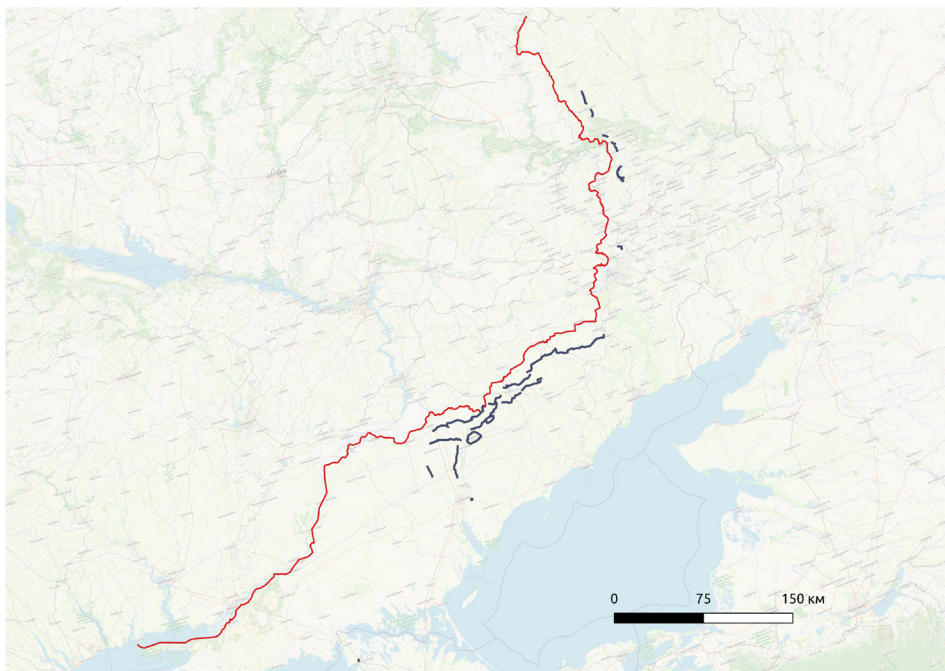
Укріплення «зуби дракона» — яскравий приклад використання бетону для фортифікаційних ліній на окупованих територіях України. Зазвичай їх встановлюють у два або три ряди, хоча трапляються і паралельні лінії із двома рядами бетонних пірамід у кожній<sup>108</sup>. Виходячи з характеристик бетонних загороджень і відстаней між ними, видимих на супутникових знімках, відео та фотографіях, можна вважати, що для облаштування 1 км захисної лінії потрібно приблизно 250–270 елементів «зубів дракона» (близько 4 м на елемент, припускаючи, що відстань між елементами становить приблизно 2 м). Якщо врахувати, що зазвичай встановлюється щонайменше два ряди, то для будівництва 100 км захисних ліній потрібно приблизно 50 000–75 000 елементів (для двох і трьох рядів відповідно).

Первинні звіти на основі супутникових знімків, фото та відео, а також додаткових кадрів із полів боїв, де ЗСУ почали проривати лінії оборони, свідчать про встановлення сотень кілометрів ліній «зубів дракона». Згідно з аналізом інформації, зібраної різними OSINT-аналітиками, станом на 1 вересня 2023 року загальна протяжність ліній «зубів дракона» в зоні активних бойових дій уздовж лінії фронту оцінюється в 419,3 км.

107. Наприклад, колона з понад 75 вантажівок із будівельними матеріалами для фортифікаційних ліній поблизу Сватового: <https://twitter.com/DefMon3/status/1596507887572234241>

108. Див. аналізи супутникових знімків: Defenses Carved Into the Earth, <https://www.nytimes.com/interactive/2022/12/14/world/europe/russian-trench-fortifications-in-ukraine.html>, First on CNN: Russian mercenary group constructs anti-tank fortification, satellite images show, <https://edition.cnn.com/2022/10/22/europe/russia-anti-tank-fortification-intl/index.html>; На шляху до моря, [https://texty.org.ua/d/2023/way\\_to\\_sea](https://texty.org.ua/d/2023/way_to_sea)





Ця оцінка базується на часткових даних, оскільки існують додаткові лінії «зубів дракона», щодо розташування яких в місцях далі від лінії фронту є візуальні підтвердження та повідомлення, зокрема в Криму, уздовж міжнародного кордону між Україною та Росією, поблизу аеропорту в Бердянську та в інших локації (детальніше див. Додаток).

Для цілей оцінювання вуглецевих викидів припускається, що встановлено щонайменше 600 км ліній «зубів дракона» і виготовлено 450 тис. бетонних «зубів» (три ряди бетонних пірамід). Таке припущення видається обґрунтованим і консервативним, беручи до уваги повідомлені початкові плани, підтверджені місця встановлення й обсяги виробництва. Тобто для спорудження конструкцій «зубів дракона» було використано щонайменше 540 000 тонн бетону.



**Рисунок 9. Наочний приклад лінії «зубів дракона» у Запорізькій області**

Зображення з високою роздільною здатністю ©Planet Labs 2023 | Надане Planet, 21 лютого 2023 року | 47.31386, 35.2461.  
Супутникове зображення: Бреді Африк (@bradyafr)

Проте це лише один із видів бетонних укріплень, які використовують на полі бою. Були також численні повідомлення про транспортування та встановлення збірних

бетонних бункерів або дотів, зокрема на півдні України<sup>109</sup>. Наприклад, вага невеликої вогневої позиції з бетону чи захищеної кулеметної позиції може становити від 1 до 2 тонн. Вага більших збірних або зібраних із секцій бетонних дотів — від 10 до 30 тонн. Великі опорні пункти можуть потребувати ще більших обсягів бетону. Хоча перші лінії оборони, як повідомляється, зазвичай не мають бетонних елементів, наступні лінії можуть мати великі опорні пункти з бетонними бойовими позиціями та траншеями, покритими бетонними плитами<sup>110</sup>.

Для цілей оцінювання припускається, що для інших фортифікаційних споруд було використано щонайменше 70 000 тонн бетону. Це припущення потребує подальшої перевірки, але вважається консервативним, враховуючи значну довжину ліній укріплень (так, це відповідає витраті близько 20 тонн бетону на кілометр траншей, тобто одному бетонному доту чи невеликій ділянці траншей із бетонним покриттям на кілометр).

Україна також зводить укріплення на звільнених територіях та інших територіях уздовж кордонів із Росією та Білоруссю. Залізобетонні споруди й укриття були встановлені у Київській<sup>111</sup>, Житомирській<sup>112</sup> та Рівненській<sup>113</sup> областях. Крім того, на деяких ділянках кордону з Росією та Білоруссю зведені бетонні паркани<sup>114</sup>. Польові фортифікаційні споруди на півночі України — це не тільки бетонні укріплення, а й укриття зі спеціальних сталевих модулів, які встановлюються під землею<sup>115</sup>. Також бетон використовують для укріплень уздовж кордонів на сході й півдні України (укриттів, вогневих позицій, опорних пунктів тощо). У містах встановлюють бетонні укриття для захисту цивільних від обстрілів<sup>116</sup>. Невеликі укриття і фортифікаційні споруди можуть мати вагу близько 20 тонн, а більші укриття важать близько 70 тонн. Ба більше, тисячі бетонних блоків використовуються для організації блокпостів у містах та інших місцях.

Інформації про кількість таких споруд немає, проте, беручи до уваги повідомлення в новинах і довжину кордону, можна припустити, що в містах було встановлено сотні укриттів, а для фортифікаційних споруд використано багато сотень бетонних конструкцій. Для цілей цього оцінювання було зроблено припущення, що для фортифікаційних споруд та укриттів було використано щонайменше 100 000 тонн бетону.

109. Див., наприклад: <https://twitter.com/TrentTelenko/status/1588626918651621377>

110. Див., наприклад, фото з ранніх етапів будівництва траншеї із бетонним бункером, який видно як тло, і пізніші фото, де бетонний бункер засипаний ґрунтом, <https://twitter.com/DefMon3/status/1695463250538709496>. Також приклади аналізу суттєво укріплених позицій з бункерами та критими окопами можна побачити тут <https://twitter.com/emilkastehelmi/status/1695879651158052910>, тут <https://twitter.com/solonko1648/status/1698037965862150412> і тут <https://www.wsj.com/world/europe/russia-defense-ukraine-trenches-dragon-teeth-visualized-614a4910>

111. Reinforced concrete fortifications being built in the Kyiv region, <https://mil.in.ua/en/news/reinforced-concrete-fortifications-being-built-in-the-kyiv-region/> and <https://mil.in.ua/uk/news/na-kyiyvshhyni-prodovzhuyut-rozbudovuvaty-fortyfikatsijni-sporudy/>

112. Держкордон на Житомирщині укріплюють “ДОТами” та габіонами, <https://mil.in.ua/uk/news/derzhkordon-na-zhytomyrshhyni-ukriplyuyut-dotamy-ta-gabionamy/>

113.

114. На кордоні з Білоруссю в Рівненській області зводять фортифікаційні споруди, <https://mil.in.ua/uk/news/na-kordoni-z-bilorusyu-v-rivnenskij-oblasti-zvodyat-fortyfikatsijni-sporudy/>

115. Україна будує стіну на кордоні з білоруссю. ФОТО, <https://vechirniy.kyiv.ua/news/74184/> and <https://mil.in.ua/uk/news/biloruski-prykordonnyku-pokazaly-stinu-yaku-buduye-ukrayina-na-kordoni>

116. Інженери готують позиції за допомогою підземних модулів, <https://mil.in.ua/uk/news/inzhenery-gotuyut-pozytsiyi-za-dopomogoju-pidzemnyh-moduliv/>

Бетон, використаний для виробництва «зубів дракона», тонн	540,000
Бетон, використаний для інших фортифікаційних споруд російської армії, тонн	70,000
Бетон, використаний Україною для фортифікаційних споруд та укриттів, тонн	100,000
Загальний обсяг бетону, використаний для фортифікацій, тонн	710,000
Орієнтовна щільність бетону, тонн на м <sup>3</sup>	2.4
Загальний обсяг бетону, використаний для фортифікацій, м <sup>3</sup>	296,000
Коефіцієнт викидів для бетону <sup>117</sup> , тонн/м <sup>3</sup>	0.5
<b>Викиди ПГ від виробництва бетону, тонн CO<sub>2</sub> екв.</b>	<b>148,000</b>

Таблиця 12. Припущення, використані для обчислення вуглецевих викидів

Крім бетону, вуглецеві викиди, пов'язані із будівництвом фортифікаційних споруд також включають вуглецевий слід інших матеріалів, як-от сталевих укриттів та різних сталевих елементів, які використовують для будівництва укріплень і які ще більше підвищують рівень вуглецевих викидів.

Щоб оцінити вуглецеві викиди від фортифікацій та укриттів більш точно, необхідна детальна інвентаризація типів фортифікаційних споруд і матеріалів, використаних для їх будівництва (наприклад, дані про обсяги матеріалів, використаних військовими для зведення укріплень, або детальний аналіз вибірки ліній укріплень із описом кількості та характеристик укриттів, опорних пунктів та інших параметрів укріплень із подальшою екстраполяцією на загальну довжину фортифікаційних ліній). Оскільки такі елементи укріплень зазвичай вкриті ґрунтом та іншими матеріалами, оцінити їх масштаб дистанційними методами навряд чи можливо, і такі дослідження, ймовірно, будуть можливими лише після закінчення війни.

Початковий аналіз свідчить, що потенційні вуглецеві викиди від фортифікаційних споруд можуть становити до 0,2 млн тонн CO<sub>2</sub> екв.

## Вуглецевий слід військової техніки

Виробництво кожної одиниці техніки та обладнання, що використовується під час війни, пов'язане з викидами ПГ від споживання енергії та різних видів сировини. Виробництво всіх видів техніки потребує конструкційної сталі, легьованої сталі, литих матеріалів, легких сплавів, синтетичних матеріалів та інших ресурсів. Броня основних бойових танків та іншої бронетехніки виготовляється зі сталі та композитних матеріалів, а її вага може становити, наприклад, 30–50 % від загальної ваги танка. Обсяги енергії, матеріалів та викидів ПГ, пов'язаних із виробничим процесом, пропорційні вазі техніки.

Широкомасштабна війна, розпочата вторгненням Росії в Україну, призвела до збільшення поставок військової техніки та необхідності нарощувати інвестування у

виробництво нової техніки. Вже з'являються звіти, які показують, що виробництво військової техніки зростає, а промислові підприємства переорієнтовуються на випуск продукції військового призначення<sup>118</sup>. З огляду на це, оцінювання шкоди для клімату охоплює і викиди, пов'язані з виробництвом обладнання.

Рівень вуглецевого сліду дуже залежить від конкретного типу техніки, а даних про викиди протягом життєвого циклу, пов'язаних із виробництвом військової техніки, наприклад основних бойових танків або іншої бронетехніки, майже немає. Виробники обладнання починають звітувати про вуглецеві викиди, але обмежують інформацію переважно викидами за Обсягами 1 і 2, не звітуючи про ключові категорії викидів за Обсягом 3, як-от викиди, пов'язані з виробництвом сировини та інших продуктів, які використовують під час виробництва. Дані про цивільну техніку та обладнання (наприклад, трактори, сільськогосподарська техніка, вантажівки тощо) можуть слугувати аналогом і демонструвати масштаб викидів, пов'язаних із виробництвом військової техніки. Тому для оцінки викидів, пов'язаних зі знищеною та пошкодженою військовою технікою, як аналоги використовувались індикативні значення, отримані внаслідок досліджень цивільної техніки. Однак навіть для цивільного будівництва та сільськогосподарської техніки інформація щодо вуглецевих викидів і вуглецевого сліду обмежена.

Виробництво військової техніки — енерго- та ресурсоємний процес, що вимагає спеціалізованих виробничих потужностей, складних міжнародних ланцюгів постачання та корисних копалин (часто рідкісних), видобування й переробка яких також енергоємні. Компанії з більшою часткою військових замовлень зазвичай мають значно вищі показники викидів на одного працівника порівняно з компаніями із більшою часткою цивільної продукції. Це свідчить про більш капіталомісткий характер виробництва військової продукції, а також про те, що використання однакової інтенсивності викидів ПГ для військової і цивільної продукції — консервативний підхід, який, імовірно, занижить рівень вуглецевих викидів від виробництва військової техніки<sup>119</sup>. Виробництво військової техніки, очевидно, більш вуглецевоємне, ніж виробництво цивільної техніки й обладнання.

Для індикативної оцінки вуглецевих викидів від виробництва військової техніки було застосовано значення 6 кг CO<sub>2</sub> екв. на кг техніки (детальніше див. Додаток).

Станом на початок жовтня 2023 року список втраченої техніки, складений на основі даних досліджень із відкритих джерел, налічував понад 12 400 одиниць візуально підтверджених втрат для Росії та понад 4500 одиниць втрат для України. Приблизно три чверті списку — це знищена та пошкоджена техніка, решта — захоплена або покинута<sup>120</sup>.

Перелік візуально підтверджених втрат містить різні типи техніки, але під час оцінювання шкоди, завданої клімату, до уваги бралися лише такі основні категорії:

118. Див., наприклад: Russia Struggles to Maintain Munition Stocks (Part One), <https://jamestown.org/program/russia-struggles-to-maintain-munition-stocks-part-one/>

119. The environmental impacts of the UK military sector, <https://www.sgr.org.uk/publications/environmental-impacts-uk-military-sector>

120. Див.: Attack On Europe: Documenting Russian Equipment Losses During the 2022 Russian Invasion of Ukraine, <https://www.oryxspioenkop.com/2022/02/attack-on-europe-documenting-equipment.html> and Attack on Europe: Documenting Ukrainian Equipment Losses During the 2022 Russian Invasion of Ukraine, <https://www.oryxspioenkop.com/2022/02/attack-on-europe-documenting-ukrainian.html>

- Танки
- Бойові броньовані машини (ББМ)
- Бойові машини піхоти (БМП)
- Бронетранспортери (БТР)
- Бронеавтомобілі
- Самохідна артилерія
- Реактивні системи залпового вогню
- Вантажівки, автомобілі та джипи
- Літаки
- Гелікоптери
- Військові судна

Під час оцінювання шкоди, завданої клімату, враховувалась лише знищена та пошкоджена техніка. Для пошкодженого обладнання в обчисленнях була врахована лише третина оціненого обсягу вуглецевого сліду. Одинадцять категорій техніки, охоплених дослідженням, становлять 88% візуально підтвердженої знищеної та пошкодженої техніки для Росії та 80% для України. Хоча точність відкритої оцінки втрат досить висока, не вся знищена техніка зафіксована на відео чи фото та може бути підтверджена візуально. Щоб врахувати цей нюанс, ми припускаємо, що фактичні втрати принаймні на 20% вищі, ніж візуально підтверджені.

Більш детальну інформацію щодо індикативних припущень і результатів розрахунків викидів ПГ див. у Додатку.

Дані	Російські сили	Українські сили	Разом
Орієнтовна вага знищеної техніки, т	150,329	45,891	196,219
Орієнтовна вага пошкодженого обладнання (у розрахунках врахована лише третина), т	14,206	8,127	22,333
Загальна вага техніки, що враховується в розрахунку вуглецевого сліду (включаючи припущення щодо 20%, не підтверджених візуально), т	186,077	58,320	244,396
Загальний вуглецевий слід, тонн CO <sub>2</sub> екв.	1,116,460	349,919	1,466,379

Таблиця 13. Загальні викиди ПГ від виробництва військової техніки

Викиди ПГ, пов'язані з виробництвом військової техніки, знищеної та пошкодженої під час війни, оцінюються в 1,5 млн тонн CO<sub>2</sub> екв., зокрема 1,1 млн тонн CO<sub>2</sub> екв. для

російських втрат і 0,4 млн тонн CO<sub>2</sub> екв. для українських.

## Викиди від поставок зброї

До кінця травня 2023 року західні партнери України постачили в Україну понад 150 тис. тонн різних військових матеріалів загальною вартістю майже 75 млрд дол. на той час. Обладнання надійшло із майже 50 різних країн. Легкі боєприпаси, надіслані на початку війни, поступилися місцем більш важкій техніці, зокрема танкам, РСЗВ, артилерії тощо<sup>121</sup>. З того часу грошова вартість військової допомоги, наданої Україні, збільшилася майже на 30% і станом на вересень 2023 року становила майже 96 млрд дол. США<sup>122</sup>. Тобто попередньо визначена поставка озброєнь могла зрости приблизно до 190 тис. тонн. Інформації про те, скільки обладнання постачає кожна окрема країна, та маршрути доставки немає, проте основні партнери розкривають детальний перелік наданого обладнання<sup>123</sup>. Найбільше зброї надали США.

Постачання різноманітної військової техніки з різних куточків світу є складним логістичним завданням, яке може охоплювати різні види транспорту та різні маршрути, тому для координації цієї роботи були сформовані спеціальні підрозділи<sup>124</sup>.

На початку війни військова допомога містила насамперед меншу техніку, як-от боєприпаси до стрілецької зброї та протитанкове обладнання, і доставлялася переважно повітряним транспортом. Пізніше військова допомога почала все частіше містити важку техніку – спочатку старі радянські системи з різних країн, а потім і більш сучасні західні системи. На цьому етапі для доставки військової допомоги Україні через Польщу та інші країни використовувався також морський транспорт. Повітряний транспорт використовувався не лише для трансатлантичних поставок, але й для деяких поставок у межах Європи<sup>125</sup>. Залізничний транспорт активно використовувався для доставки вантажів із портів до кордону України, а також для перевезення вантажів у межах Європи та від західних кордонів України до місць бою, полігонів та інших місць.

Вибір способу доставки для трансатлантичного маршруту (тобто вантажним літаком чи кораблем) зазвичай залежить від того, наскільки терміново є доставка вантажу. Вантажні літаки (зокрема, військові вантажні літаки, як-от C-17, або цивільні літаки, як-от Boeing 747, за укладеними відповідними контрактами) пропонують найшвидший

121. Russia recruited operatives online to target weapons crossing Poland, <https://www.washingtonpost.com/world/2023/08/18/ukraine-weapons-sabotage-gru-poland>

122. How Much Aid Has the U.S. Sent Ukraine? Here Are Six Charts, Last updated on September, 21, 2023, <https://www.cfr.org/article/how-much-aid-has-us-sent-ukraine-here-are-six-charts>

123. Germany – Military support of Ukraine, <https://www.bundesregierung.de/breg-en/news/military-support-ukraine-2054992>; Research Briefing “Military assistance to Ukraine since the Russian invasion” Published 4 October, 2023, <https://commonslibrary.parliament.uk/research-briefings/cbp-9477/>; US - U.S. Security Cooperation with Ukraine, <https://www.state.gov/u-s-security-cooperation-with-ukraine/>

124. Inside the multinational logistics cell coordinating military aid for Ukraine, <https://www.defensenews.com/global/europe/2022/07/21/inside-the-multinational-logistics-cell-coordinating-military-aid-for-ukraine>

125. Див. приклади звітів про доставку військової допомоги літаками з Іспанії <https://babel.ua/en/news/84361-spain-sent-five-planes-with-ammunition-for-large-caliber-artillery-to-ukraine>; and Italy, <https://www.itamilradar.com/2023/07/16/italian-military-aid-to-ukraine-by-air-in-the-first-half-of-july/>

варіант доставки, але вони передбачають і найвищі витрати. Перевагу, за можливості, віддають вантажним суднам як дешевшому варіанту<sup>126</sup>. Та все ж дуже значні обсяги доставляються повітряним транспортом. На початковому етапі війни у Східній Європі щодня приземлялося приблизно від 8 до 10 рейсів із провізією та технікою для України<sup>127</sup>. Станом на липень 2022 року понад 800 рейсів транспортували техніку до українського кордону на відстань понад 1,4 млн км повітряного простору<sup>128</sup>.

Звичайно, не все обладнання, надане США, наприклад, було фізично перевезене зі США в Україну, оскільки частина обладнання могла знаходитись у Європі, а ще частина — бути зібрана у різних країнах світу. Водночас для збору різної техніки для подальшої доставки можуть здійснюватись додаткові рейси всередині США та в інші країни.

Задля первинного оцінювання, загальний обсяг поставок зброї, зазначений у звітах, був розподілений між різними країнами на основі зазначеної у звітах грошової вартості наданої військової допомоги<sup>129</sup>. Для розподілу доставки вантажів за видами транспорту для різних країн були використані спрощені припущення (наприклад, рівні частки між повітряним і морським транспортом для трансатлантичних маршрутів, залізничні перевезення для доставки в межах Європи та часткове (20%) використання повітряного транспорту для доставки з країн Південної та Північної Європи). Для різних методів транспортування вантажів (вантажні потяги, судна для загальних вантажів і контейнеровози, а також вантажні рейси літаків на великі відстані) були застосовані коефіцієнти викидів DEFRA для перевезення вантажів<sup>130</sup>. За попередньою оцінкою, викиди ПГ, пов'язані з наданням військової допомоги, становлять приблизно **0,4 млн тонн CO<sub>2</sub> екв.**, причому майже 98% з них спричинено повітряним транспортом через його високу вуглецеємність, значні відстані трансатлантичних рейсів і великі обсяги поставок.

Так, США надали 46,6 млрд дол. США військової допомоги, або майже половину військової допомоги, зазначеної у звітах. Ми припускаємо, що зі США була поставлена пропорційна за вагою частка, а половина цього обсягу була поставлена повітряним транспортом. Це відповідає приблизно 46 000 тонн техніки та матеріалів, які були доставлені літаками зі східного узбережжя США на схід Польщі та призвели до утворення близько 368 000 тонн CO<sub>2</sub> екв. викидів ПГ. Приблизно 31 000 тонн викидів було створено повітряним транспортом з інших країн, тоді як лише близько 10 000 тонн CO<sub>2</sub> екв. було згенеровано морським і залізничним транспортом.

Повідомляється, що Росія також отримувала військову техніку з інших країн,

126. How a Military Base in Illinois Helps Keep Weapons Flowing to Ukraine, <https://www.nytimes.com/2022/07/03/us/ukraine-military-aid-weapons-us.html>

127. Pentagon: 'Roughly 8 to 10 Flights a Day' Full of Aid for Ukraine Pouring into Europe, <https://www.airandspaceforces.com/pentagon-8-to-10-flights-day-full-of-aid-for-ukraine-pouring-into-europe/>

128. Inside the multinational logistics cell coordinating military aid for Ukraine, <https://www.defensenews.com/global/europe/2022/07/21/inside-the-multinational-logistics-cell-coordinating-military-aid-for-ukraine>

129. How Much Aid Has the U.S. Sent Ukraine? Here Are Six Charts., <https://www.cfr.org/article/how-much-aid-has-us-sent-ukraine-here-are-six-charts>

130. Greenhouse gas reporting: conversion factors 2023, <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2023>

зокрема Білорусі, Ірану, Сирії, а останнім часом і з Північної Кореї<sup>131</sup>. Ці поставки техніки здебільшого здійснювались залізничним транспортом, але використовують і повітряний та морський транспорт, хоча через брак даних відповідні викиди не враховувались.

<b>ДЖЕРЕЛО ВИКИДІВ</b>	<b>млн тонн CO<sub>2</sub> екв.</b>
Накопичення сил напередодні вторгнення <sup>132</sup>	0.1
Викиди від споживання пального російськими силами	24.9
Викиди від споживання пального українськими силами	7.1
Викиди від використання боєприпасів	2.8
Викиди від зведення фортифікаційних споруд	0.2
Викиди, пов'язані з виробництвом військової техніки	1.5
Викиди, пов'язані з транспортуванням військової техніки на великі відстані	0.4
<b>РАЗОМ</b>	<b>37.0</b>

Таблиця 14. Загальні викиди ПГ від бойових дій

131. North Korea Shipped Arms to Russia for Use in Ukraine, U.S. Says, <https://www.nytimes.com/2023/10/13/us/politics/north-korea-weapons-russia-ukraine.html>

132. Згідно з оцінкою ТОВ «КТ-Енергія»; детальніше див. у презентації під назвою "GHG emissions of Russian military preparations across borders of Ukraine", доступний тут <https://kt-energy.com.ua/en/projects/ghg-emissions-of-russian-military-preparations-across-borders-of-ukraine/>



## 4.2 Пожежі

---

Пожежі призводять до значних викидів ПГ від згоряння вуглецевмісних матеріалів (як-от, біомаси у ландшафтних пожежах або різних будівельних матеріалів у міських пожежах). Пожежі регулярно виникають навіть у мирний час через природні фактори (зокрема, блискавки, падіння метеоритів, загоряння легкозаймистих матеріалів під час спеки та пожежонебезпечної погоди), а ще частіше через людей (наприклад, необережне поводження з вогнем або куріння в лісах та інших природних зонах, підпали, відкрите спалювання сільськогосподарських залишків на полях, технічні несправності обладнання тощо). За період війни кількість пожеж та площа постраждалих земель значно зросла, і більшість із них — наслідки вторгнення Росії в Україну. Значні площі земель постраждали від пожеж, спричинених обстрілами, бомбардуваннями, вибухами, мінуванням території й іншими наслідками, пов'язаними з війною.

Військові дії також значно ускладнили можливості моніторингу та реагування на пожежі через руйнування дорожньої інфраструктури та мостів, перебої з електропостачанням, закриття неба для цивільної авіації, ризику для пожежників поблизу лінії фронту, зосередженість на реагуванні на пожежі в населених пунктах і обмежені можливості реагування на пожежі на природних територіях, відсутність ефективної системи реагування на пожежі на окупованих територіях та інші чинники, що обмежують можливості гасіння. Це призводить до того, що пожежі поширюються на більші площі, зростає рівень втрат екосистем або руйнувань у міських районах.

Пожежі в природних екосистемах призводять до втрати запасів біомаси та викидів ПГ. Обсяги викидів залежать від площі, що постраждала від вогню, середнього обсягу надземної та підземної біомаси на цій площі, а також частки біомаси, втраченої внаслідок пожежі. Лісові пожежі впливають не лише на живу біомасу, а й на підстилку та мертву деревину, що є в лісі.

Для цілей оцінювання припускається, що всі втрати біомаси призводять до викидів у рік пожежі (підхід рівня 1 у рекомендаціях МГЕЗК), хоча деякі викиди вуглецю можуть виникати безпосередньо під час пожежі, а інша біомаса може додаватися до резервуарів мертвої органічної речовини і розкладатися упродовж десятиліть, спричиняючи викиди ПГ, або спалюватися пізніше для обігріву чи інших цілей (заготовлені лісоматеріали).

Пожежі також впливають на верхній шар ґрунту, ґрунтові мікроорганізми, рослинні угруповання, тварин і середовища проживання, спричиняючи у такий спосіб довгостроковий негативний вплив на біорізноманіття. Крім того, лісові пожежі знижують здатність лісів до поглинання, перетворюючи їх із природного поглинача на джерело викидів ПГ і ще більше ускладнюючи процес пом'якшення наслідків зміни клімату.

Для міських районів обсяги викидів залежать від кількості горючого матеріалу на постраждалих територіях і вмісту в матеріалах вуглецю (наприклад, у деревині, пластику тощо).

Площу, що постраждала від пожеж, ми оцінювали за допомогою інструментів дистанційного моніторингу на основі супутникових даних. Використовувати наземні спостереження для збору більш достовірної інформації про рівень впливу пожеж під час війни неможливо.

Дані про пожежі (кількість пожеж, час їх початку та закінчення, координати меж кожної пожежі, категорія земель для кожної пожежі) були отримані з відкритих інформаційних систем — американської Пожежної інформації для системи управління ресурсами (Fire Information for Resource Management System — FIRMS)<sup>133</sup> та Європейської інформаційної системи про лісові пожежі (European Forest Fire Information System European Forest Fire Information System — EFFIS)<sup>134</sup>. Система EFFIS стала публікувати цифрові дані про пожежі на території України тільки з 2020 року.

У 2022 році на прохання української влади EFFIS використовувала спеціальний протокол для мапування пожеж в Україні. Зокрема, на відміну від інших країн, в Україні було нанесено на карту всі виявлені пожежі, в тому числі пожежі не лише на природних територіях, а й на сільськогосподарських угіддях, міських та промислових землях. Так, було нанесено 6309 пожеж, внаслідок яких загальна площа вигорання склала 498 711 га<sup>135</sup>. Пізніше, у 2023 році, повернулися до загального підходу. Як наслідок, не лише для нових пожеж, але й для пожеж, що відбулися у 2022 році, було застосовано стандартний гармонізований протокол мапування лише тих вигорілих ділянок, які зачіпають території дикої природи. Це призвело до значного скорочення кількості нанесених на карту пожеж та площ постраждалих земель. Зокрема, кількість записів за перший рік війни було зменшено до 2509, а загальну площу — на 45%, до 272 684 га. Ця зміна, однак, обмежує доступність даних про пожежі на сільськогосподарських угіддях і міських землях<sup>136</sup>. Отже, оцінка викидів ПГ від пожеж, представлена у цьому звіті, може бути заниженою, оскільки не всі пожежі на сільськогосподарських угіддях та міських землях були враховані.

Оцінювання впливу війни проводилось методом порівняння площ пожеж за довоєнний і воєнний періоди:

- довоєнний період: з 24 лютого 2021 року до 23 лютого 2022 року;
- воєнний період: 555 днів із 24 лютого 2022 року до 1 вересня 2023 року<sup>137</sup>.

133. <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov>

134. <https://effis.jrc.ec.europa.eu>

135. Advance report on Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2022, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC133215>

136. Для цілей цього оцінювання той самий набір даних, що й для другого проміжного оцінювання, використовувався для перших 365 днів війни, які охоплювали всі виявлені пожежі, зокрема пожежі на сільськогосподарських угіддях і міських землях. Для більшої частини 2023 року використовувався оновлений набір даних EFFIS. Тобто враховуються не всі пожежі на сільськогосподарських і міських землях, що призводить до заниження впливу.

137. Для цілей оцінювання пожежі протягом першого року війни (з 24 лютого 2022 року по 23 лютого 2023 року) порівнювали з відповідним довоєнним періодом (з 24 лютого 2021 року по 23 лютого 2022 року), тоді як пожежі протягом наступних

Оцінювання обмежувалося пожежами площею понад один гектар. Порівняння з тривалішим минулим періодом було неможливим через обмеженість даних (відсутність даних EFFIS до 2020 року) та вплив дуже масштабних окремих подій протягом 2020 року.

Щоб оцінити вплив війни на пожежі, територію України було розділено на три зони (див. Рисунки нижче):

- Зона 1 — охоплює 55,9% території України, де наземні військові операції не відбувалися — це блакитна частина на карті України;
- Зона 2 — зона активних бойових дій (наземні військові операції відбувалися понад 24 години, дані про лінії фронту взято з OSINT<sup>138</sup>), що сягає 27,8% території України (застосовано 12-мильний буфер по обидва боки поточних ліній фронту) — це жовта частина на карті України;
- Зона 3 — окуповані території (12,3% території України), на яких наземні військові операції відбувалися не більш ніж 24 години чи не мали місце взагалі — це червоні частини на карті України.

Наведені нижче мапи демонструють різке збільшення кількості та площ пожеж протягом 555 днів війни порівняно з довоєнним періодом.

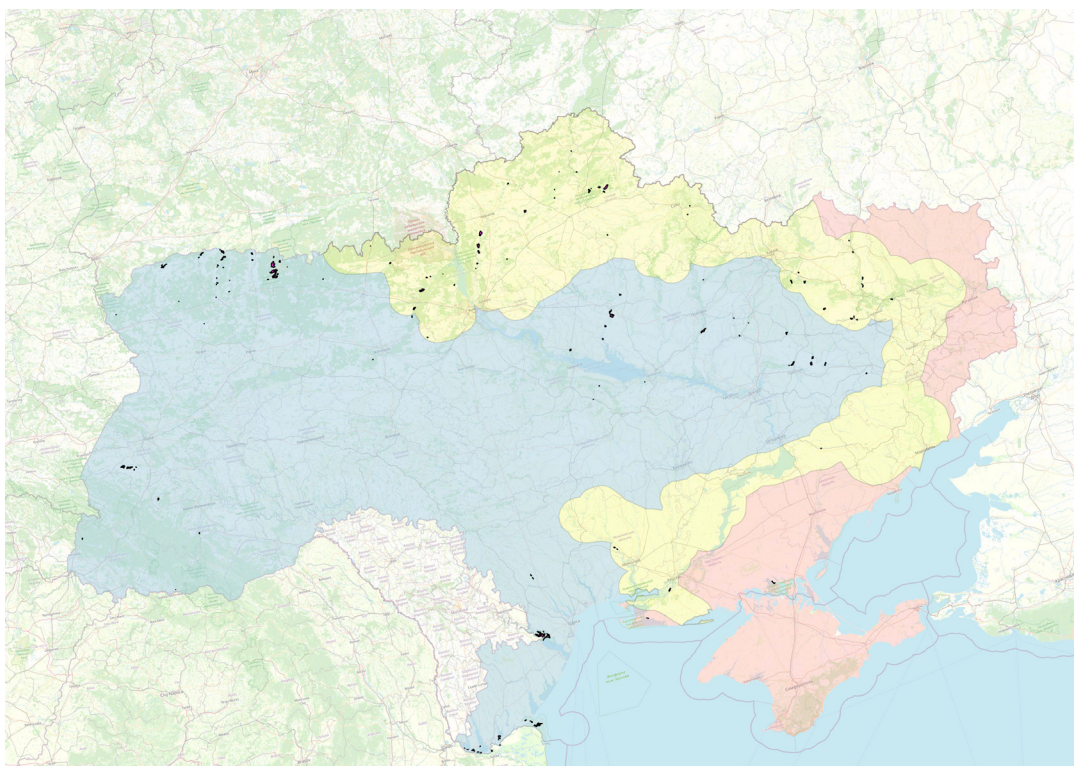
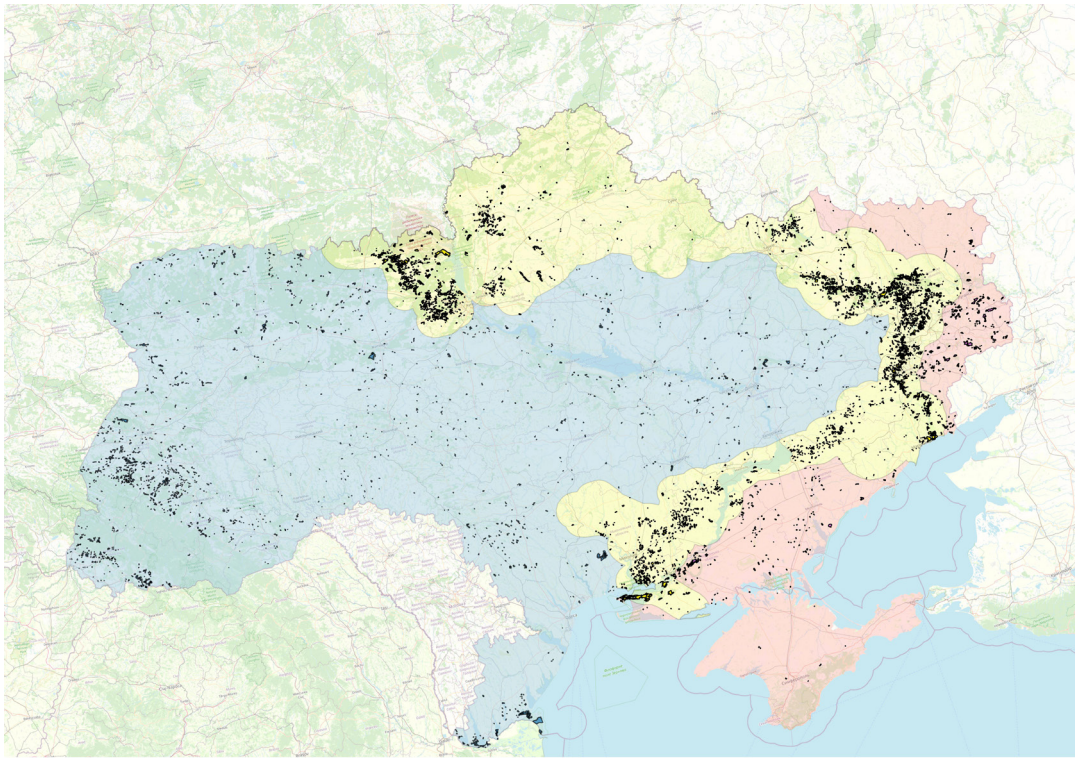


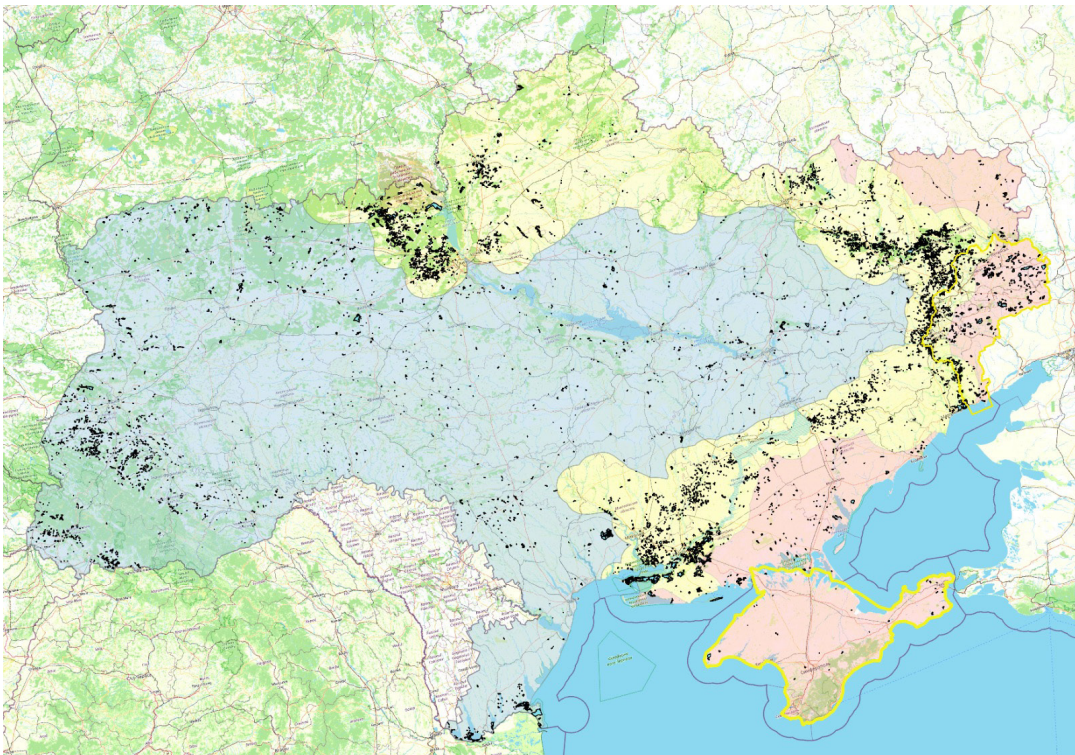
Рисунок 10. Місця пожеж у довоєнний період (177 пожеж за даними EFFIS)

шести місяців (з 24 лютого 2023 року по 1 вересня 2023 року) порівнювали з відповідним періодом 2021 року (з 24 лютого 2021 року по 1 вересня 2021 року).

138. <https://liveuamap.com/uk>



**Рисунок 11. Місця пожеж у перший рік війни (6288 пожеж за даними EFFIS)**



**Рисунок 12. Місця пожеж у 555 днів війни (7220 пожеж за даними EFFIS)**

Дані про кількість і площу пожеж у різних зонах і для різних категорій землекористування подані у Таблиці 15 нижче для довоєнного і воєнних періодів.

Зони	Кількість пожеж	Площа (га)								
		Загальна площа пожеж	Лісові пожежі				Інші ландшафтні пожежі	Сільськогосподарські угіддя	Забудовані землі	Інші категорії землекористування
			Загальна площа	Широко-лістяні ліси	Хвойні ліси	Мішані ліси				
<b>ДОВОЄННИЙ ПЕРІОД</b>										
1	120	24,859	7,082	3,830	2,950	302	11,781	5,850	43	102
2	53	10,489	763	619	72	72	4,794	4,778	49	105
3	4	262	0	0	0	0	109	126	0	27
Разом	177	35,610	7,846	4,449	3,023	374	16,683	10,754	92	234
<b>ПЕРШИЙ РІК ВІЙНИ (365 ДНІВ)</b>										
1	2,095	131,363	7,906	5,951	1,489	466	25,725	96,439	476	818
2	3,823	323,194	50,697	6,708	41,961	2,028	31,601	236,480	2,736	1,679
3	370	41,661	279	16	263	0	1,253	39,922	141	66
Разом	6,288	496,218	56,388	12,675	43,713	2 494	58,578	372,842	3,353	2,563
<b>555 ДНІВ ВІЙНИ</b>										
1	2,188	141,366	8,388	6,124	1,704	560	28,529	103,030	485	933
2	4,510	376,248	59,625	7,303	48,919	3,403	54,799	256,979	3,027	1,819
3	522	67,589	1,633	16	780	837	13,267	52,344	204	141
Разом	7,220	585,202	69,645	13,443	51,402	4,800	96,595	412,353	3,716	2,893

Таблиця 15. Пожежі в Україні у довоєнний період і протягом 555 днів війни, тільки площею понад 1 га<sup>139</sup>

Аналіз даних свідчить про значне збільшення як кількості, так і площі пожеж, спричинених бойовими діями. За перший рік війни загальна кількість пожеж зросла у 36 разів, а загальна площа – у 14 разів. Найбільше зросла кількість пожеж у зоні активних бойових дій (Зона 2) та на окупованих територіях України (Зона 3). В абсолютному вираженні максимальне зростання відбулося у Зоні 2, що безпосередньо пов'язано з військовими операціями та веденням бойових дій. З погляду категорій землекористування, найістотніше площі постраждалих територій збільшилися на сільськогосподарських угіддях та забудованих територіях. Проте в абсолютному вираженні найбільше постраждали, крім сільськогосподарських угідь, лісові масиви й інші природні ландшафти. Збільшення кількості та площі пожеж протягом 2023 року менш суттєве, ніж протягом 2022 року, що пояснюється як описаними вище змінами підходу до мапування пожеж, так і зміною динаміки бойових дій.

139. Пожежі на інших категоріях землекористування під час аналізу не враховувалися через високу невизначеність

Детальніший опис використаного методологічного підходу та коефіцієнтів викидів див. у Додатку, а результати підрахунків викидів ПГ у довоєнний і воєнні періоди подані у Таблиці 16 нижче.

Зони	Викиди ПГ (тонн CO <sub>2</sub> екв.)							
	Загальні викиди ПГ	Лісові пожежі			Інші ландшафтні пожежі	Сільськогосподарські угіддя	Забудовані землі	
		Разом від лісових пожеж	Широко-листяні ліси	Хвойні ліси				Мішані ліси
<b>ДОВОЄННИЙ ПЕРІОД</b>								
1	1,509,371	1,364,151	754,507	537,454	72,190	82,468	28,751	34,001
2	237,980	144,320	111,896	22,109	10,315	33,554	21,137	38,969
3	3,341	0	0	0	0	761	2,580	0
<b>Разом</b>	<b>1,750,692</b>	<b>1,508,471</b>	<b>866,403</b>	<b>559,563</b>	<b>82,505</b>	<b>116,784</b>	<b>52,468</b>	<b>72,970</b>
<b>ПЕРШИЙ РІК ВІЙНИ (365 ДНІВ)</b>								
1	3,428,951	1,784,394	1,276,355	378,547	129,492	180,071	1,088,025	376,460
2	17,373,732	12,320,050	1,106,566	10,687,670	525,814	221,207	2,667,968	2,164,508
3	632,104	61,772	1,458	60,314	0	8,769	450,405	111,158
<b>Разом</b>	<b>21,434,787</b>	<b>14,166,215</b>	<b>2,384,378</b>	<b>11,126,531</b>	<b>655,306</b>	<b>410,047</b>	<b>4,206,399</b>	<b>2,652,126</b>
<b>555 ДНІВ ВІЙНИ</b>								
1	3,641,048	1,895,247	1,314,919	429,298	151,030	199,701	1,162,387	383,712
2	19,700,428	14,023,312	1,164,161	12,142,132	717,019	383,589	2,899,237	2,394,291
3	1,155,615	145,774	1,458	164 778	144,316	92,872	590,547	161,645
<b>Разом</b>	<b>24,497,091</b>	<b>16,229,112</b>	<b>2,480,538</b>	<b>12,736,208</b>	<b>1,012,366</b>	<b>676,162</b>	<b>4,652,171</b>	<b>2,939,648</b>
<b>ДОДАТКОВІ ВИКИДИ</b>								
До-воєнний рівень – 555 днів	2,256,640	1,922,156	1,048,493	752,427	121,236	162,792	67,102	104,591
Додаткові викиди	22,240,451	14,306,956	1,432,045	11,983,781	891,130	513,370	4,585,069	2,835,057

Таблиця 16. Викиди ПГ від пожеж у довоєнний і воєнні періоди, тонн CO<sub>2</sub> екв.

Виходячи з наведеного вище аналізу, бойовими діями в Україні було спричинено приблизно 22,2 млн тонн CO<sub>2</sub> екв. додаткових викидів ПГ від пожеж. Хоча понад дві третини земель, що постраждали від пожеж, – сільськогосподарські угіддя, більшість викидів ПГ пов'язані з лісовими пожежами.

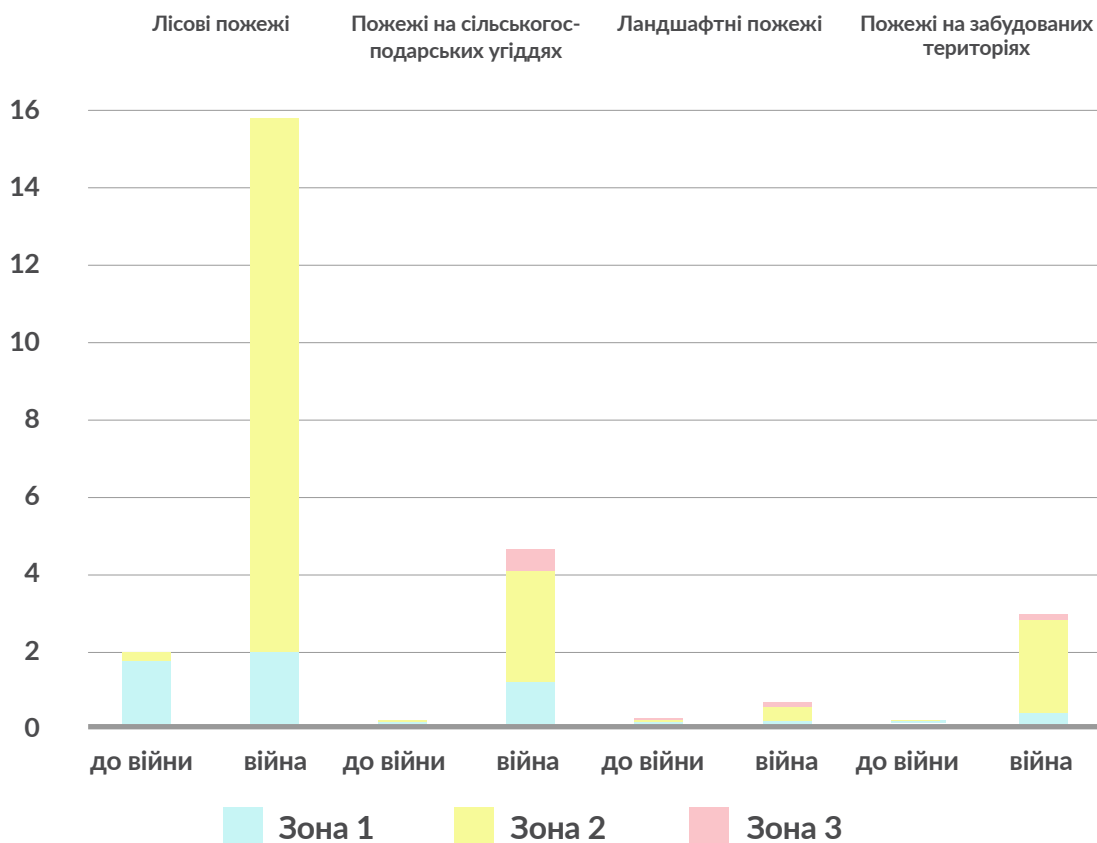


Рисунок 13. Викиди ПГ для різних категорій землекористування, тонн CO<sub>2</sub> екв.

Найбільш значне зростання викидів ПГ відбулося у зоні активних бойових дій (Зона 2). Збільшення викидів ПГ в інших зонах також пов'язане із впливом війни. У Зоні 1 — із обстрілами українських міст ракетами та безпілотниками й спричиненими війною обмеженнями можливостей реагування на пожежі в природних ландшафтах та в містах. Додатковий просторово-часовий аналіз причин загорянь показав, що більшість пожеж у цій зоні сталися в місцях і в періоди оголошених повітряних тривог (детальніше див. Додаток). У Зоні 3, яка охоплює окуповані території, зв'язок із війною пояснюється відсутністю ефективних протипожежних заходів та додатковим впливом бойових дій.

## 4.3 Біженці та ВПО

Одразу після вторгнення 24 лютого 2022 року багато українців були змушені покидати свої домівки. Люди тікали на захід, залишаючись в Україні як внутрішньо переміщені особи (ВПО), або виїжджали за кордон до інших європейських країн, чи навіть далі, як біженці.

З часу попереднього оновлення цього звіту в травні 2023 року жодного значного подальшого переміщення через воєнні дії не було. Більшість ВПО та біженців, здається, оселилися в місцях, куди вони переїхали. Близько 800 тисяч біженців повернулися додому.

У всіх наших звітах ми розділили викиди, зумовлені переміщенням на дві основні категорії: транспортні викиди від українців, які втікають з України, й транспортні викиди внаслідок внутрішнього переміщення. У цьому звіті додано викиди від переміщення росіян, які залишають Росію, щоб уникнути призову в армію, переслідування чи з інших причин.

### Біженці

Дані про біженців були взяті з УВКБ ООН<sup>140</sup> у першому проміжному оцінюванні та в двох оновленнях, разом із цим. З часу нашого травневого звіту чисельність зареєстрованих біженців зменшилась приблизно на 800 000, що свідчить про те, що люди повернулися додому. Загальна кількість біженців з України в Європі налічувала 5,8 млн на початок вересня 2023 року проти 6,6 млн<sup>141</sup> на кінець березня 2023 року. Ми припустили, що ці 800 000 людей повернулися додому, і додали викиди від зворотної подорожі до викидів унаслідок переміщення. Застосовуючи попередні припущення щодо способів подорожі, порожнього зворотного транспорту та візитів додому, викиди, пов'язані з переміщенням біженців, склали 2,48 млн тонн CO<sub>2</sub> екв.

### ВПО

Дані про ВПО в першому та другому звітах були взяті в українського уряду. Відтоді дані збирає Міжнародна організація з міграції (МОМ), орган ООН, за допомогою Матриці відстеження переміщення (DTM)<sup>142</sup>. Станом на червень 2023 року DTM повідомляла про 5,088 млн ВПО в Україні та 4,757 млн осіб, які повернулися. Ця цифра значно перевищує чисельність 2,8 млн ВПО, зазначену в першому та другому звітах. Цифру в 5 млн ВПО у 2023 році підтвердила Київська школа економіки (KSE)

140. Див.: <https://data.unhcr.org/en/situations/ukraine>

141. В оновленому звіті за травень 2023 року було вказано чисельність біженців у 8,2 млн, однак після перегляду даних ця цифра помилкова

142. Див.: <https://dtm.iom.int/ukraine>



в липні 2023 року з посиланням на Міністерство соціальної політики України<sup>143</sup>. Тому для цього оновлення ми відкоригували викиди від транспортних переміщень ВПО, припускаючи, що загалом було здійснено 9,845 виїзних переміщень і 4,757 млн повернень – разом 14 602 000 переміщень. Згідно з нашими початковими оцінками, середня відстань переміщення становить 400 км із викидами 40,9 грам CO<sub>2</sub> екв./км пробігу, внаслідок чого викиди, пов'язані з переміщенням ВПО, становлять 0,24 млн тонн CO<sub>2</sub> екв.

## Росіяни

Росіяни, які виїжджають з Росії, не відстежуються жодною з двох організацій ООН, ні УВКБ ООН, ні МОМ. Посилаючись на різні джерела, стаття у Вікіпедії<sup>144</sup> повідомляє, що до жовтня 2022 року Росію залишили 900 000 осіб. Росіяни виїжджали до Туреччини, Грузії, Вірменії, Сербії, Казахстану, Об'єднаних Арабських Еміратів, Фінляндії та багатьох інших країн. Хоча точні цифри щодо розподілу між різними країнами відсутні, ми оцінюємо викиди консервативно, припускаючи, що 700 000 з них полетіли літаком на відстань 4 000 км (це середнє значення для поїздок з Москви до Анталії (Туреччина), Белграда (Сербія), Алмати (Казахстан) і Дубаї (ОАЕ)), тоді як 200 000 осіб виїхали на 4-місних автомобілях на відстань 2500 км (це середнє значення для поїздок з Москви до Тбілісі (Грузія), Єревану (Вірменія) або Астани (Казахстан)). Відповідні викиди становлять 0,25 млн тонн CO<sub>2</sub> екв.

## Загальні викиди, пов'язані з біженцями та ВПО

Міжнародні біженці з України	0.77
Транспорт, що повертається порожнім до України	0.77
Біженці у Європі, які відвідують Україну	0.94
Внутрішньо переміщені особи в Україні	0.24
Росіяни, які виїжджають із Росії	0.25
<b>РАЗОМ</b>	<b>3.0</b>

Таблиця 17: Огляд транспортних викидів, пов'язаних із переміщенням біженців, ВПО і росіян, млн тонн CO<sub>2</sub> екв.

Детальніше про методологію розрахунку див. у Додатку.

143. KSE Institute: Report on damages and losses to infrastructure from the destruction caused by Russia's military aggression against Ukraine as of June 2023; Kyiv School of Economics (July 2023)

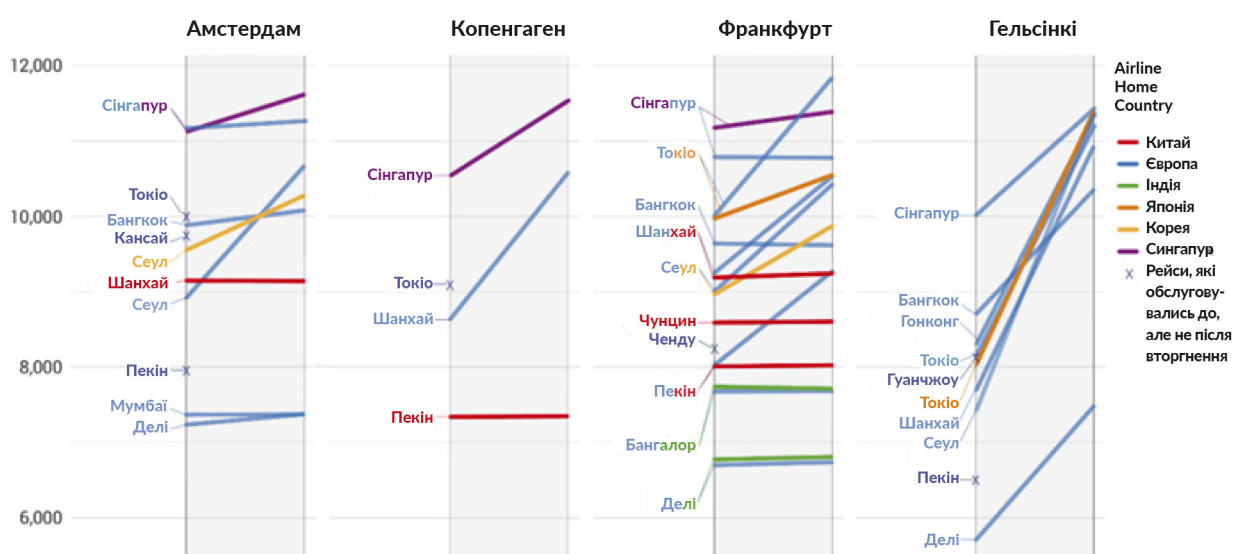
144. Див.: [https://en.wikipedia.org/wiki/Russian\\_emigration\\_following\\_the\\_Russian\\_invasion\\_of\\_Ukraine](https://en.wikipedia.org/wiki/Russian_emigration_following_the_Russian_invasion_of_Ukraine)

## 4.4 Цивільна авіація

Війна Росії в Україні суттєво вплинула на авіацію. Через закриття повітряного простору України для комерційних польотів і різні заборони на використання повітряного простору, введені західними країнами та Росією, багато західних перевізників втратили важливі повітряні шляхи зі сходу на захід між Європою та Азією, і майже 18 млн км<sup>2</sup> стали недоступними для польотів. Перевізники були змушені обирати обхідні шляхи на маршрутах до Східної та Південно-Східної Азії, тож час польотів збільшився, як і додаткові витрати на паливе й обсяги викидів ПГ.

Хоча технічно тільки європейським і північноамериканським перевізникам прямо заборонено входити в повітряний простір Росії, всі азійські авіакомпанії, зокрема JAL, ANA, Korean Air, Cathay Pacific, Singapore Airlines і Asiana, теж уникають російського повітряного простору. Так само уникають російського повітряного простору австралійські авіакомпанії — як запобіжний крок.

Закриття повітряного простору вплинуло на авіакомпанії по-різному, залежно від розташування їхніх вузлових аеропортів і конкретних маршрутів. Дані Євроконтролю за квітень 2022 року свідчать про значне збільшення часу польотів з північних аеропортів до Азії<sup>145</sup>.



Джерело: Flightradar24. ЄВРОКОНТРОЛЬ 2022 [www.eurocontrol.int/forecasting](http://www.eurocontrol.int/forecasting)

Рисунок 14: Перельоти до/з азійських міст: зміни в дальності польотів до/після вторгнення в Україну

Приклади, проаналізовані Євроконтролем, свідчать, що Гельсінкі виявилось найбільш постраждалим аеропортом відправлення з додатковими відстанями від 1400 км (Сінгапур) до майже 4000 км (Сеул) та додатковим часом польоту 1,25 години та 3,5 години відповідно проти початкових показників для рейсів в один бік. Переліт Гельсінкі ↔ Сеул туди й назад зріс аж на 7 годин. Для перельоту з Копенгагена до Сінгапура й Шанхаю тепер потрібно додатково пролетіти близько 1500 км. Для

145. Eurocontrol data snapshot, 12 April 2022, <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2022-04/eurocontrol-data-snapshot-29.pdf>

рейсу Lufthansa в Пекін відстань збільшилася приблизно на 1200 км.

Європейські перевізники прямують на південь через Грузію та Вірменію, а неєвропейські перевізники, які досі користуються повітряним простором Росії, обирають північніші обхідні шляхи, пролітаючи через Естонію та Латвію, а не Литву<sup>146</sup>. Рейси флагмана Qantas із Сіднея та Мельбурна до Лондона наразі здійснюються через Дарвін, причому від Дарвіна до Лондона переліт у середньому триває 17,5 годин, а іноді навіть довше<sup>147</sup>.



Рисунок 15: Маршрут польоту з Лондона до Токіо

Значно більших наслідків через необхідність оминати російський повітряний простір зазнають Japanese Airlines (JAL). До війни два найбільших перевізники Японії, JAL і ANA, здійснювали близько 60 рейсів на тиждень через повітряний простір Росії між Токіо та Лондоном, Парижем, Франкфуртом і Гельсінкі<sup>148</sup>. Рейси JAL між Токіо та Лондоном, наприклад, майже повністю проходили через Росію і зазвичай займали менше 11 годин. Необхідність оминати російський повітряний простір зробила подорож довшою щонайменше на 1800 миль і чотири години польоту,

146. Eurocontrol data snapshot, 23 March 2022, <https://www.eurocontrol.int/publication/eurocontrol-data-snapshot-28-how-re-routing-around-ukraine-disrupting-traffic-flows>

147. Airlines chart new paths to avoid Russian airspace, <https://www.pointhacks.com.au/news/airlines-avoid-russian-airspace>

148. Japanese Airlines Cancel, Reroute Flights Scheduled to Fly Over Russia, 3 March 2022, <https://www.travelpulse.com/News/Airlines-Airports/Japanese-Airlines-Cancel-Reroute-Flights-Scheduled-to-Fly-Over-Russia>

оскільки політ тепер здійснюється у протилежному північно-східному напрямку: над Аляскою, Канадою, Гренландією та Ісландією. Час польоту в напрямку Сполученого Королівства відповідно зріс до майже 15 годин.

З іншого боку, перевізники Південно-Східної Азії постраждали менше через вигідніше розташування їхніх вузлових аеропортів. Рейси Singapore Airline до Лондона, наприклад, подовжили час польоту лише на 15 хвилин<sup>149</sup>. Відчувається вплив і на внутрішньоєвропейські рейси. Значно збільшився час польотів до/з Румунії, а також тривалість скандинавських та балтійських рейсів, які зараз оминають Україну.

Оскільки чимало рейсів тепер довші, ніж раніше, і споживають більше пального на фоні зростання цін на нафту, можна говорити про вплив багатьох факторів на довоєнні маршрути. Значні збої в розкладах польотів призвели до того, що деякі авіакомпанії були фізично не в змозі здійснювати рейси в тому обсязі, що й раніше. Так, маршрути Finnair до Азії базувалися на швидшому обороті, що дозволяло одному літаку відправлятися та повертатися з Гельсінкі протягом 24 годин. Тобто Finnair могли пропонувати щоденні рейси за багатьма маршрутами, не потребуючи такого великого флоту, на відміну від деяких інших авіакомпаній. Однак коли рейси Азія-Гельсінкі тривають до 14 годин в одну сторону, а також потребують часу на наземне обслуговування, літати в усі пункти призначення з частотою, з якою Finnair робили це раніше, стало неможливо. Перенесення витрат також вплинуло на попит пасажирів на далекомагістральні рейси до та з Азії.

Через ці проблеми деякі західні авіакомпанії відмовились від маршрутів до Східної Азії. У березні 2023 року, через логістичні наслідки, зумовлені обхідними шляхами, Virgin Atlantic офіційно відмовились від свого маршруту Лондон – Гонконг після майже 30 років його існування. Щоб рейс продовжував функціонувати, час польоту з Лондона до Гонконгу потрібно було б подовжити приблизно на 60 хвилин, а з Гонконгу до Лондона – на 1 годину 50 хвилин<sup>150</sup>. Finnair припинили польоти з Гельсінкі до Пекіна, а SAS – з Копенгагена до Токіо. У багатьох випадках, якщо рейси не були скасовані, знизилась їх частота.

149. Там само.

150. Russia's war on Ukraine redrew the map of the sky – but not for Chinese airlines, CNN, 25 April, 2023, <https://edition.cnn.com/travel/article/china-europe-airlines-russia-ukraine-airspace/index.html>

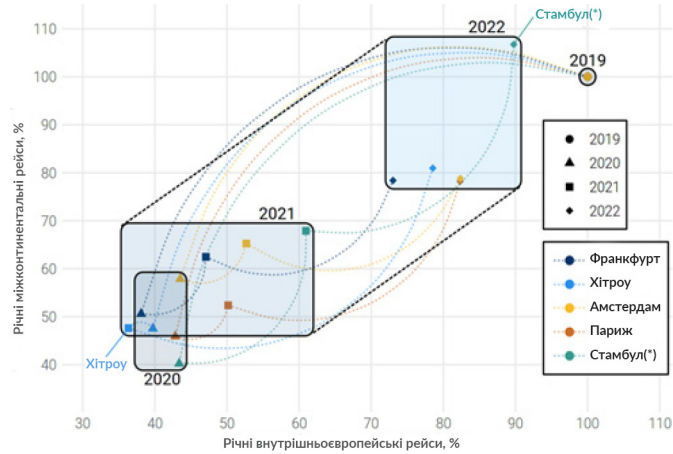


Рисунок 16: Шлях до відновлення 5 найбільших аеропортів (до рівнів у 2019 році)<sup>151</sup>

Деякі європейські дані також свідчать про потенційне перенаправлення пасажиропотоків. Так, у 2022 році кількість річних міжконтинентальних рейсів зі Стамбула порівняно з іншими європейськими вузловими аеропортами зроста непропорційно<sup>152</sup>.

Складніше інтерпретувати вплив цих подій на викиди ПГ. До 24 лютого 2022 року повітряний трафік у Європі неухильно зростає і продовжував зростати у 2022 році, до кінця року досягнувши 83% допандемійного рівня. Загальна кількість рейсів у країнах-членах Євроконтролю до і після початку війни суттєво не змінилася. Рейси між Німеччиною та Китаєм навіть зросли на 10%<sup>153</sup>. Частина цього зростання, імовірно, взяли на себе китайські авіакомпанії, які не постраждали від закриття повітряного простору.

З точки зору фактичних викидів, перерозподіл повітряного руху також відобразився на викидах CO<sub>2</sub>, розподілених кожній державі відповідно до правил ІКАО, порівняно з даними за 2019 рік<sup>154</sup>. Дані демонструють збільшення кількості рейсів із/до Сербії та Вірменії, двох країн, які разом із Туреччиною поглинули пасажиропотік із/до Росії в зоні Євроконтролю.

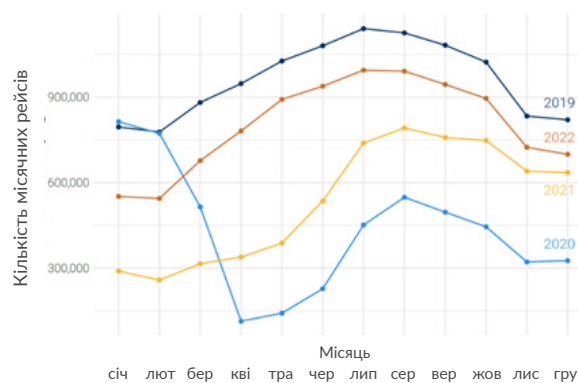


Рисунок 17: Мережевий трафік за результатами моніторингу в державах-членах Євроконтролю<sup>155</sup>

151. Джерело: Eurocontrol

152. Eurocontrol data snapshot, 18 January 2023, <https://www.eurocontrol.int/publication/eurocontrol-data-snapshot-28-how-re-routing-around-ukraine-disrupting-traffic-flows>

153. Eurocontrol data snapshot, 23 March 2022, <https://www.eurocontrol.int/publication/eurocontrol-data-snapshot-28-how-re-routing-around-ukraine-disrupting-traffic-flows>

154. Eurocontrol, accessed May 2023, <https://ansperformance.eu/efficiency/emissions/>

155. Джерело: Eurocontrol

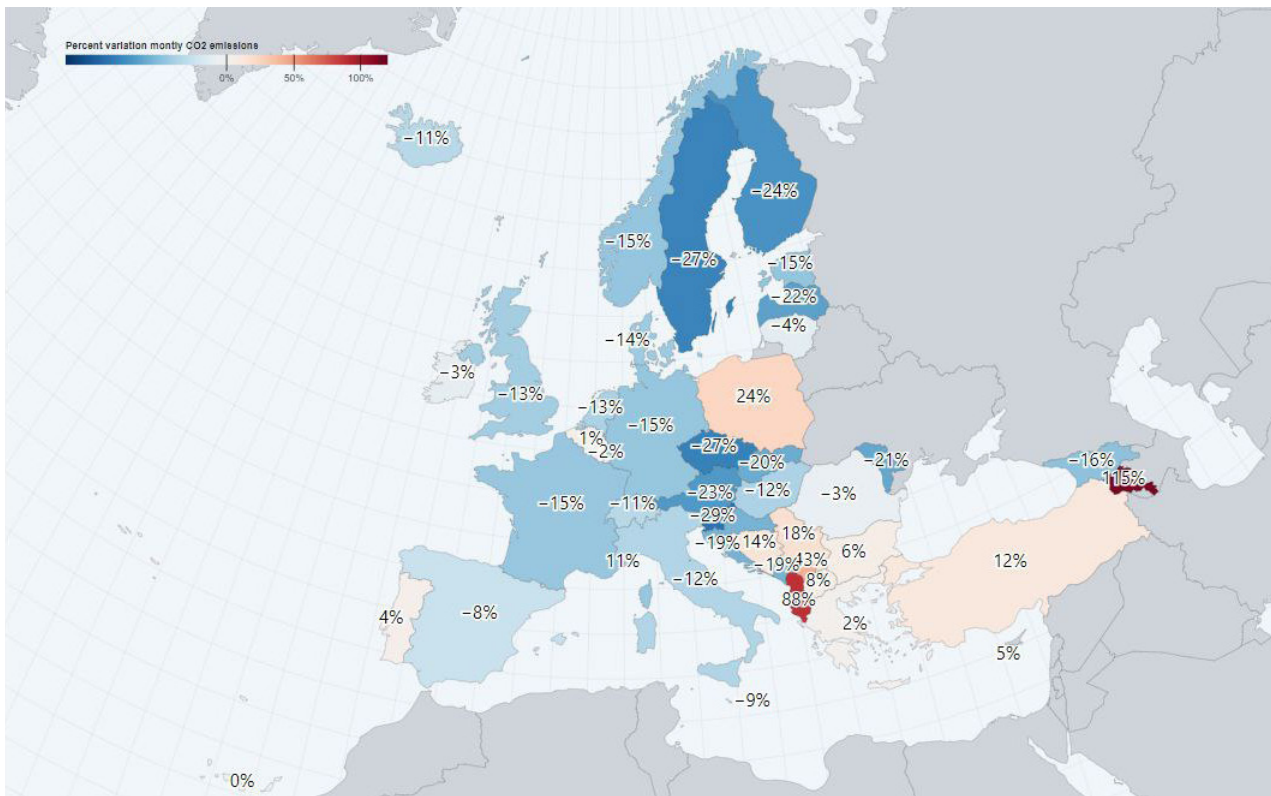


Рисунок 18: Зміни щомісячних викидів CO<sub>2</sub> з березня 2021 року до квітня 2023 року, %<sup>156</sup>

Однак на загальні обсяги викидів у зоні Євроконтролю зміни, спричинені війною Росії, вплинули лише несуттєво. Між 2021 і 2022 роками загальні викиди зросли на 62 млн тонн CO<sub>2</sub> екв. (56,9%). Левава частка цього зростання зумовлена відновленням повітряного руху після пандемії, що між 2021 і 2022 роками зріс на 51,0%.

Складніше побачити за допомогою сукупних даних фактичний вплив додаткового споживання пального внаслідок зміни маршрутів конкретних рейсів, оскільки вплив зміни маршрутів прихований за скасуванням маршрутів і падінням пасажиропотоку до та з Росії, Білорусі та України, скасуванням деяких азійських маршрутів і зниженням частоти рейсів на деяких із постраждалих маршрутів. Крім того, зростання вуглецевої ємності європейських перевезень необхідно відокремлювати від зростання вуглецевої ємності в роки перед війною, коли через більшу кількість літаків і обслуговування довшої відстаней викиди CO<sub>2</sub> зростали швидше, ніж авіаперевезення, а зростання викидів було достатньо значним, щоб нівелювати підвищення ефективності літаків і польотів.

Тим не менш, якщо припустити, що інтенсивність повітряного руху між 2021, 2022 і серединою 2023 років залишалась незмінною, поступове зростання, яке, серед інших факторів, потенційно можна пояснити зміною маршрутів з 24 лютого 2022 року по 1 вересня 2023 року, може сягнути трохи більше 18 млн тонн CO<sub>2</sub> екв., виходячи з даних Євроконтролю<sup>157</sup>.

156. Джерело: Eurocontrol

157. Ця цифра відображає лише вуглекислий газ, але не інші ПГ. Радіаційний вплив інверсійних слідів також не враховувався

## 4.5 Відбудова

---

Зруйнована чи пошкоджена цивільна інфраструктура є важливою складовою кліматичної шкоди, спричиненої вторгненням Росії в Україну. Багато будівель, як-от житлові будинки, лікарні, дитячі садки, комерційні та промислові будівлі, зазнали пошкоджень або руйнувань. Комунальне господарство, дороги, транспортні засоби та промисловість зазнали значної шкоди.

Деякі ремонтні роботи вже проводяться, наприклад, у звільнених районах на північ від Києва, на схід від Харкова чи на Херсонщині. Більшість же заходів із відбудови чи реконструкції, насамперед у східній і південній частинах країни, буде проведена лише після закінчення бойових дій, коли можна буде гарантувати безпечне середовище.

Від початку повномасштабного вторгнення українська влада почала систематично збирати та оцінювати інформацію про пошкоджені чи зруйновані об'єкти, зокрема знищення активів та інфраструктури на тих територіях, які були окуповані після 24 лютого 2022 року.

KSE збирає цю інформацію за даними різних українських міністерств, інших урядових джерел чи відкритих джерел. Якщо інформація недоступна або доступ до неї обмежений з міркувань безпеки, KSE використовує попередні оцінки, щоб отримати вичерпну картину.

Загальну оцінку збитків було проведено згідно з методологією Світового банку, а грошові збитки постають як відновна вартість. Звіт KSE став основою наших оцінок.

Для цієї третьої оцінки викидів вуглецю ми використали звіт KSE про оцінку шкоди та збитків за період із 24 лютого 2022 року по 1 червня 2023 року<sup>158</sup>. Цей звітний період коротший за наш (який триває до 1 вересня 2023 року), але оскільки значної додаткової шкоди в період із 1 червня по 1 вересня 2023 року не було, заниження викидів від відбудови буде незначним.

158. Report on damages and losses to infrastructure from the destruction caused by Russia's military aggression against Ukraine as of June 2023, [https://kse.ua/wp-content/uploads/2023/09/June\\_Damages\\_ENG\\_-Report.pdf](https://kse.ua/wp-content/uploads/2023/09/June_Damages_ENG_-Report.pdf)

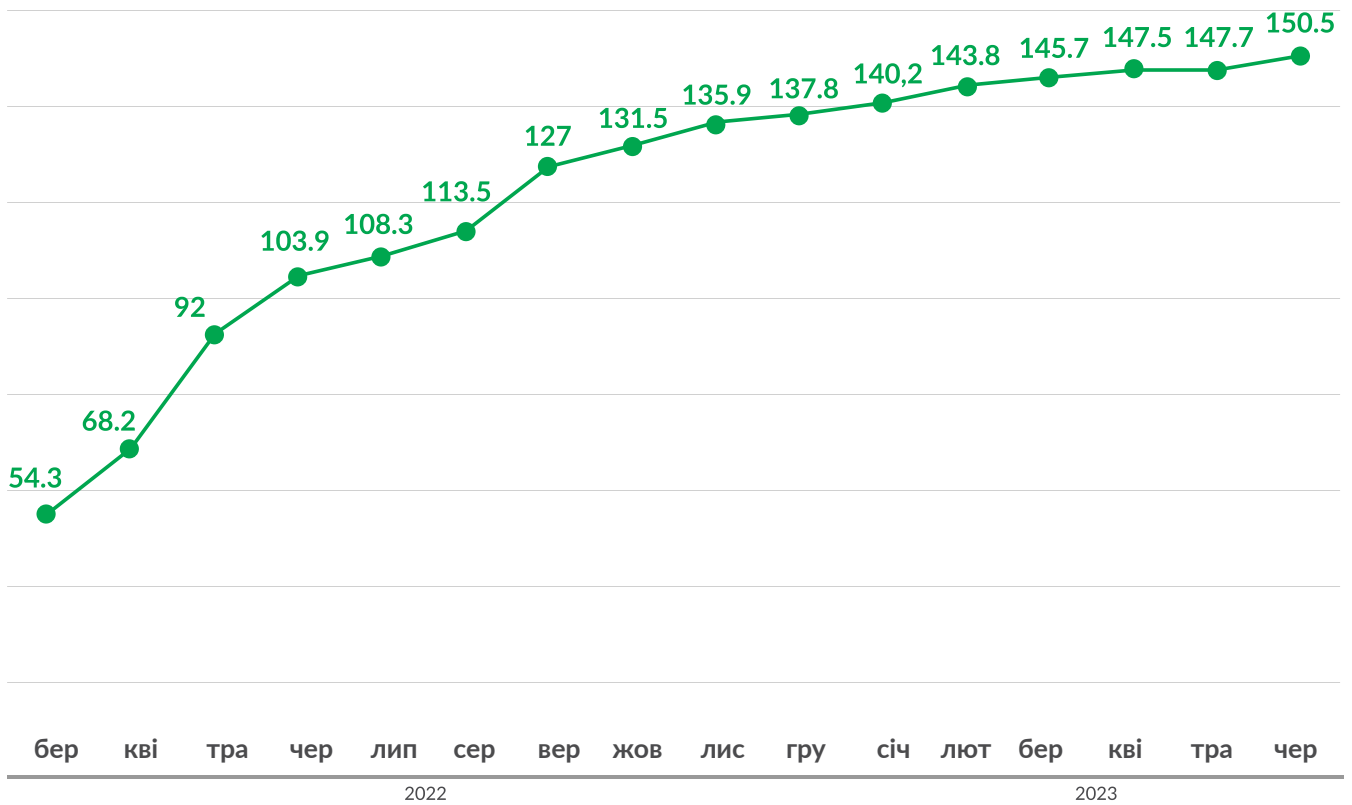
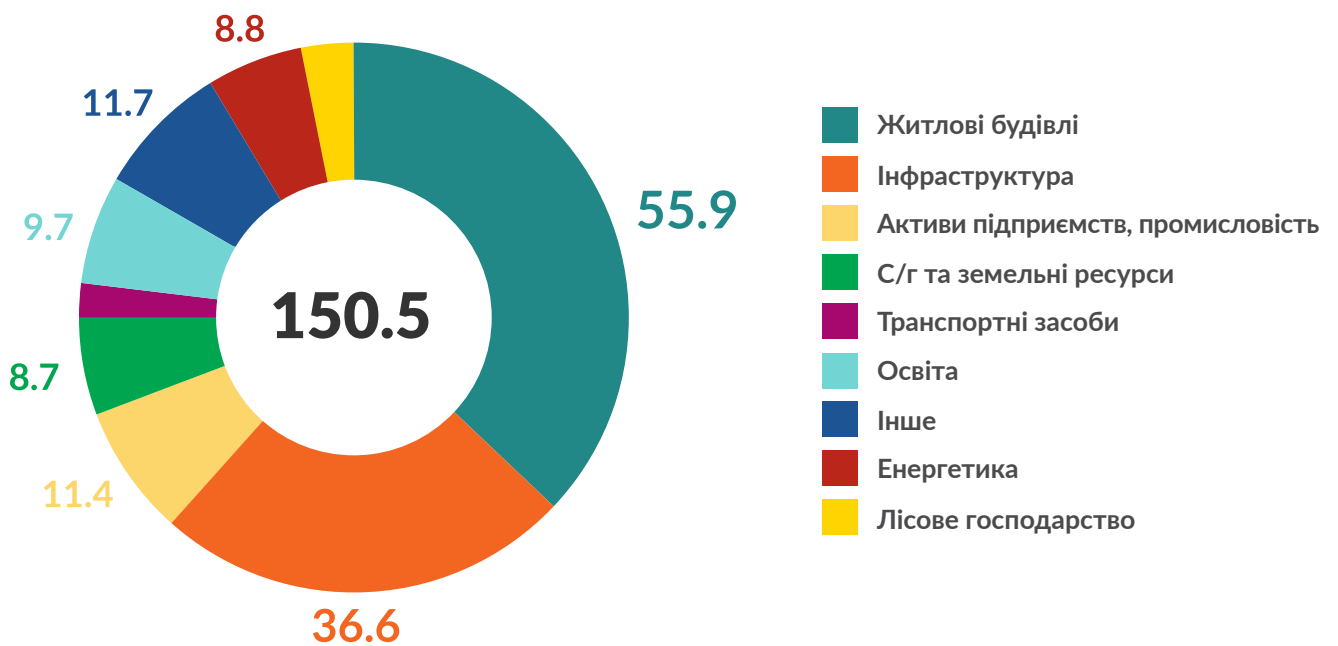


Рисунок 19: Динаміка сукупної оцінки прямих збитків, завданих економіці України, млрд дол. США.  
Джерело: Kyiv School of Economics



Найбільших збитків у грошовому еквіваленті зазнав житловий сектор (житлові будівлі), а також інфраструктура. Збитки були завдані насамперед упродовж перших шести місяців війни, тоді як у наступні 12 місяців темпи зростання збитків зменшились, як показано на рисунку вище. Передовсім, це пов'язано з тим, що лінії фронту майже не рухались, а там, де об'єкти знаходились близько до них, чимало об'єктів уже було зруйновано в перші місяці.



Руйнування греблі у Новій Каховці стало найважливішою подією з моменту нашого попереднього проміжного оцінювання. Окрім руйнування самої греблі, суттєвої шкоди інфраструктурі було завдано затопленням нижче за течією.

Так, у таблиці нижче можна побачити дані про об'єкти житлового сектору, які існували в Україні до війни (перший стовпець), але потім були або пошкоджені (другий стовпець), або зруйновані (третій стовпець). Подібні списки надаються для кожного типу майна.

	Кількість об'єктів житлового фонду, од.	Кількість пошкоджених об'єктів, од.	Кількість зруйнованих об'єктів, од.
Багатоквартирні будинки	178,921	13,729	5,367
Приватні будинки	8,977,862	87,451	60,318
Гуртожитки	7,114	256	91

Таблиця 18: Огляд житлового фонду наявного до війни (базова лінія) та пошкоджених або зруйнованих об'єктів

Роботи з відбудови вимагатимуть значної кількості будівельних матеріалів, як-от цемент, сталь чи асфальт. Транспортування цих матеріалів до будівельних майданчиків і будівельні роботи вимагатимуть енергії. Загалом відбудова України спричинить значні обсяги викидів ПГ.

Задля проведення оцінки ми згрупували різні типи майна в три категорії:

- До першої категорії «Будівлі» належать житловий сектор, охорона здоров'я, соціальний сектор, освіта і наука, культура, релігія, спорт, туризм і роздрібна торгівля. Ця категорія здебільшого охоплює будівлі.
- Друга категорія «Транспорт та інфраструктура» містить інфраструктуру, транспортні засоби та сільськогосподарську техніку. Ця категорія охоплює об'єкти цивільного будівництва, як-от мости та дороги, а також транспортні засоби різних типів.
- До третьої категорії «Промисловість і комунальні послуги» належать енергетика, промисловість і бізнес-послуги, цифрова інфраструктура та комунальні послуги. Ці об'єкти насамперед стосуються машин та обладнання разом із будівлями (заводами), в яких ці машини розміщені.

Для визначення викидів ПГ внаслідок відбудови цивільної інфраструктури використовується підхід на основі врахування «вуглецевого сліду». Згідно з цим підходом, усі викиди, як прямі, так і непрямі, оцінюються протягом усього життєвого циклу об'єкта, за винятком, однак, експлуатаційних викидів. Експлуатаційні викиди зазвичай пов'язані з енергією, яка використовується для опалення будівель,

бензином для заправки автомобілів або вугіллям, що спалюється на теплових електростанціях.

Для категорії будівель «вуглецевий слід» базується на середніх площах будівель, дані про які надала KSE. Для кожного типу будівель (наприклад, багатоквартирних будинків або шкіл) було призначено конкретний коефіцієнт «вуглецевого сліду» (тонн CO<sub>2</sub> екв./м<sup>2</sup>) на основі поточних середніх значень нещодавно спроєктованих будівель у Центральній та Східній Європі. Більш детальна інформація представлена в Додатку.

Для категорії транспорту та інфраструктури, на основі відкритих джерел, використовувались коефіцієнти «вуглецевого сліду» для різних типів об'єктів, як-от тонн CO<sub>2</sub> екв./км для пошкодженої дороги або тонн CO<sub>2</sub> екв. для пошкодженого автомобіля.

Для категорії промисловості та комунальних послуг коефіцієнтів «вуглецевого сліду» немає та/або інформація агрегується на такому високому рівні, що неможливо виокремити різні типи обладнання. Для цієї категорії використовуються коефіцієнти викидів, що базуються на витратах, на основі екологічно розширеного аналізу витрат і результатів (Environmentally Extended Input Output – EEIO). Ці коефіцієнти відображають обсяги викидів вуглецю внаслідок купівлі певного товару чи послуги за певну вартість (тонн CO<sub>2</sub> екв./дол. США).

Для оцінки викидів, зумовлених відбудовою, необхідно було зробити припущення щодо того, якою буде відбудова. Одне з припущень полягає в тому, що зруйнований або пошкоджений житловий фонд буде повністю відновлений до довоєнного стану. Очевидно, що відбудова України відбуватиметься з урахуванням змінених обставин і реальних потреб країни. Зокрема, ймовірно, не всі зруйновані квартири в житловому секторі будуть відновлені з огляду на скорочення населення України. З іншого боку, оскільки квартири, розміщені в радянській забудові, досить малі порівняно із сучасними стандартами, нові квартири, можливо, будуть більшими.

Оскільки було зроблено припущення, що повністю зруйновані об'єкти будуть повністю відновлені, застосовується 100% коефіцієнт «вуглецевого сліду» чи коефіцієнт, що базується на витратах. Для пошкоджених об'єктів було прийнято коефіцієнт «вуглецевого сліду» на рівні 33%, якщо на основі відновної вартості знищеного та пошкодженого майна не можна було здійснити пропорційне коригування.

Результати за перші 18 місяців війни подано в таблиці та на рисунку нижче. Проти 12 місяців війни, відбулося зростання лише на менш як 10%.

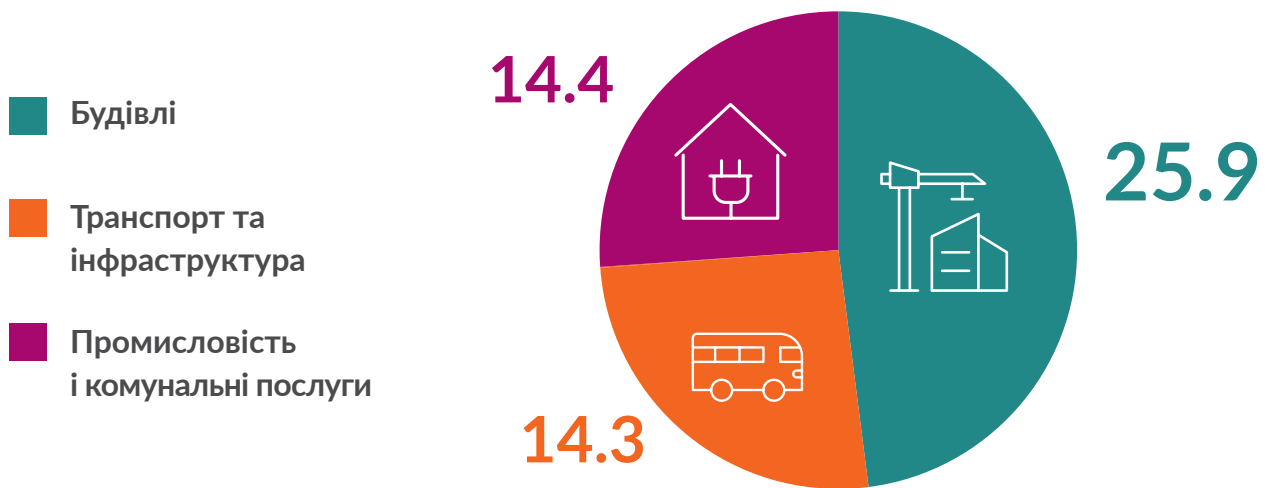


Рисунок 21: Розподіл викидів внаслідок відбудови цивільної інфраструктури за секторами

Категорія	Викиди, млн тонн CO <sub>2</sub> екв.	Частка (%)
Будівлі	25.9	47
Транспорт та інфраструктура	14.3	26
Промисловість і комунальні послуги	14.4	27
<b>РАЗОМ</b>	<b>54.7</b>	<b>100</b>

Таблиця 19: Огляд викидів внаслідок відбудови цивільної інфраструктури

**ДОДАТОК:**  
**Методологічні компоненти**

## Зміст. Додаток

A1. Воєнні дії .....	86
A2. Пожежі .....	108
A3. Біженці та ВПО .....	116
A4. Відбудова .....	117

# A1. Воєнні дії

---

## Ключові поняття

Адаптовано з «Основ звітності про викиди парникових газів військового сектору», запропонованих СЕОBS

**Військові викиди ПГ** — всі джерела прямих і непрямих викидів ПГ, пов'язаних із військовими операціями та веденням бойових дій.

**Прямі викиди ПГ з Обсягу 1** — викиди ПГ, пов'язані з експлуатацією військових об'єктів, використанням техніки, використанням та утилізацією боєприпасів, а також витоками.

**Непрямі викиди ПГ з Обсягу 2** — викиди від використання закупленої енергії.

**Операційні викиди** охоплюють джерела викидів з Обсягів 1 і 2; їх можна розділити на стаціонарні та пересувні джерела викидів.

**Інші непрямі викиди ПГ з Обсягу 3 (викиди від ланцюгів постачання)** — викиди від розгалужених і складних ланцюгів постачання, зокрема викиди, пов'язані з використанням основних фондів, придбаних товарів і послуг, веденням будівельно-монтажних робіт та викиди з інших джерел.

**Викиди ПГ протягом життєвого циклу** — всі операційні викиди та викиди від ланцюгів постачання.

**Інші непрямі викиди ПГ, пов'язані з військовим сектором (Обсяг 3 плюс)** — викиди, пов'язані з військовими операціями та веденням бойових дій, зокрема викиди від спалювання бункерного палива, незафіксовані в рамках Обсягів 1 або 2; викиди від будівництва в районах ведення операцій; викиди від ландшафтних пожеж, інших пожеж та пошкоджень інфраструктури (наприклад, витік метану); викиди, пов'язані з розбором та утилізацією відходів після руйнувань; викиди, пов'язані із деградацією ґрунтів, змінами у землекористуванні, потребами у відновленні довкілля, медичним обслуговуванням, переміщенням людей та гуманітарною допомогою, а також реконструкцією після конфліктів (іноді їх називають «вуглецевим слідом» військових).

# Етапи війни та вплив на клімат

0

ФАЗА

Друга половина 2021 –  
24 лютого 2022

## ПІДГОТОВЧИЙ ЕТАП

Переміщення військової техніки та військових із баз постійної дислокації до бази зосередження поблизу кордонів України. Навчання й нарощування сил.



### ВПЛИВ НА КЛІМАТ



1

ФАЗА

24 лютого –  
середина квітня 2022

## ПОВНО- МАСШТАБНЕ ВТОРГНЕННЯ

Повітряні удари, ракетні атаки та наземне вторгнення з декількох напрямків.

Переміщення сотень танків та іншої військової техніки, рух вантажівок, літаків та гелікоптерів. Окупація українських територій на півночі, сході та півдні.

Опір з боку Збройних Сил України, груп територіальної оборони, інших підрозділів і волонтерів. Контрнаступ і звільнення територій на півночі України (Київська, Чернігівська та Сумська області) і відносна стабілізація ліній фронту в інших областях.



### ВПЛИВ НА КЛІМАТ



2

ФАЗА

середина квітня –  
червень 2022

## ФОКУС НА СХІДНОМУ ФРОНТІ

Передислокація російських військ на східний фронт та зосередження зусиль на окупації Донецької та Луганської областей України. Масові бомбардування та руйнування Маріуполя. Окупація додаткових територій на сході України. Продовження ракетних атак на українські міста. Звільнення Україною додаткових територій у Харківській області та острова Зміїний у Чорному морі.



### ВПЛИВ НА КЛІМАТ



3

ФАЗА

липень –  
вересень 2022

## СТАБІЛІЗАЦІЯ ФРОНТУ ТА ПОЧАТОК УКРАЇНСЬКОГО КОНТРАНАСТУПУ

Відносна стабілізація фронту на сході України. Знищення складів і логістичних вузлів Збройними Силами України. Український контрнаступ у Херсонській та Харківській областях із незначними здобутками на півдні та звільнення майже всієї Харківської обл. Саботаж на газогоні «Північний потік». Значний вплив на економіку та логістику та перенаправлення зернових та інших видів вантажів на автотранспорт через тривалу блокаду українських морських портів.



### ВПЛИВ НА КЛІМАТ





4

ФАЗА

жовтень –  
листопад 2022

## ПРОДОВЖЕННЯ УКРАЇНСЬКОГО КОНТРАСТУПУ

Мобілізація додаткових людських ресурсів і техніки російськими збройними силами. Масштабні атаки на енергетичну інфраструктуру України. Часткова руйнація Кримського мосту з серйозними наслідками для російської логістики на півдні України. Звільнення Херсона та частини Херсонської області на правому березі Дніпра. Руйнування теплозабезпечення, енергетичної та іншої інфраструктури російською армією перед відходом.



### ВПЛИВ НА КЛІМАТ



5

ФАЗА

грудень 2022 –  
січень 2023

## СТАБІЛІЗАЦІЯ ФРОНТУ

Відносна стабілізація ліній фронту, але серйозні бої на сході України. Поступове знищення техніки та складів на півдні України Збройними Силами України. Повторювані атаки на енергетичну інфраструктуру України. Широке використання дизельних і бензинових генераторів через тривалі та часті періоди підключення електроенергії. Обстріли й ракетні атаки на українські міста.



### ВПЛИВ НА КЛІМАТ



6

ФАЗА

лютий 2023 –  
квітень 2023

## ВІДНОВЛЕННЯ НАСТУПУ

Хоча лінія фронту лишалася відносно стабільною, російські сили відновили регулярні атаки на сході України з незначними територіальними здобутками. Застосування артилерії стало менш інтенсивним і зосередилось на кількох напрямках із найзапеклішими боями. Безперерйне постачання електроенергії було переважно відновлено в середині лютого. Обстріли й ракетні атаки на українські міста.



### ВПЛИВ НА КЛІМАТ



7

ФАЗА

кінець травня 2023 –  
серпень 2023

## КОНТРНАСТУП УКРАЇНИ

Початок контрнаступальних операцій на півдні України з поступовим відновленням контролю над окремими районами. Інтенсивні бої на передовій і знищення українською армією логістичних вузлів, артилерії та систем ППО. Відносно високі втрати техніки з обох сторін. Обстріли, бомбардування та ракетні атаки українських населених пунктів, особливо прифронтових міст і сіл.



### ВПЛИВ НА КЛІМАТ



# Умовні позначення



викиди від споживання палива під час операційних переміщень військової техніки та іншої допоміжної техніки



викиди від споживання палива для транспортування боєприпасів, палива, продуктів, медикаментів та інших вантажів



викиди від виробництва та використання артилерійських снарядів, ракет, боєприпасів та вибухівки



викиди, пов'язані із виробництвом знищеної та пошкодженої військової техніки



викиди, пов'язані із відбудовою цивільної інфраструктури (будинків, доріг, мостів, аеропортів, електростанцій, тощо)



викиди, пов'язані із пожежами в лісах та інших екосистемах, а також пожежами в населених пунктах



викиди, пов'язані із масовим переміщенням біженців із регіонів бойових дій на західну Україну та в Європу



викиди від спалювання бензину та дизельного палива в генераторах

## Огляд досліджень, що оцінюють викиди внаслідок військових дій

Існує низка наукових досліджень, що намагаються оцінити викиди, пов'язані з бойовими діями в різних країнах і на планетарному рівні. Наприклад, нещодавнє дослідження глобальних військових викидів<sup>1</sup> виявило приголомшливий рівень світових вуглецевих викидів, зумовлених військовими, що становить 2750 млн тонн CO<sub>2</sub> екв., або 5,5% усіх викидів на планеті. Ця цифра охоплює експлуатаційні викиди, що дорівнюють 500 млн тоннам CO<sub>2</sub> екв., або 1% усіх світових викидів ПГ, і викиди від ланцюгів постачання, на які припадає решта. Під час дослідження використовувалась низка припущень на основі аналізу даних про військові викиди в США, Сполученому Королівстві та в деяких країнах ЄС. Базові дані містили припущення щодо:

- постійних експлуатаційних викидів на одного військовослужбовця (наприклад, як для України, так і для Росії, за припущеннями на одного військового припадає 12,0 тонн CO<sub>2</sub> екв. за аналогією із США);
- кількості активних військовослужбовців;
- співвідношення експлуатаційних викидів між мобільними джерелами (використання авіації, морських суден, наземного транспорту й супутників) і стаціонарними джерелами (між 0,7 та 2,6 залежно від рівня використання авіації та морських сил);
- мультиплікатора ланцюга постачання, що фіксує викиди від масштабних і складних ланцюгів постачання, які складають значну частку вуглецевих викидів від діяльності військових (припускається, що він становить 5,8).

Велика кількість припущень, варіацій та екстраполяцій, що стосуються регіонального й світового рівня, обмежують точність будь-яких глобальних розрахунків. Втім, такі оцінки можуть слугувати орієнтовним показником глобальних військових викидів.

Для Норвегії<sup>2</sup> викиди ПГ від оборонного сектору із урахуванням всього життєвого циклу оцінюються на рівні 0,8 млн тонн CO<sub>2</sub> екв., що відповідає приблизно 1,1% національних викидів (розрахованих за підходом на основі обсягів споживання). Використання палива для роботи військової техніки та систем (транспортних засобів, кораблів та авіації) є найбільшим фактором викидів ПГ у секторі та, за оцінками, відповідає за приблизно 31% викидів. Проте головним фактором загальних викидів було визнано постачання різноманітних матеріалів та продуктів (68%); при цьому вважається, що найбільший вплив мають будівлі та будівництво, зокрема «вуглецевий слід» будівельних матеріалів (18% від загального обсягу); закупівля товарів і матеріалів, необхідних для операційних цілей (12%); а також закупівля активів, необхідних для перевезень, і транспортних послуг, пов'язаних із бізнес-подорожами, особливо авіаподорожами (8% і 7%, відповідно).

У 2017–2018 фінансовому році, у межах військово-промислового сектору Сполученого

1. Stuart Parkinson, Scientists for Global Responsibility (SGR) with Linsey Cottrell, Conflict and Environment Observatory (CEOBS). Estimating the Military's Global Greenhouse Gas Emissions, <https://www.sgr.org.uk/publications/estimating-military-s-global-greenhouse-gas-emissions>

2. Magnus Sparrevik, Simon Utstøl, Assessing life cycle greenhouse gas emissions in the Norwegian defence sector for climate change mitigation, Journal of Cleaner Production, Volume 248, 2020, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619340661>

Королівства, викиди виробників військового обладнання та інших постачальників Міністерства оборони становили орієнтовно 6,5 млн тонн CO<sub>2</sub> екв. Якщо до підрахунку викидів застосувати підхід на основі споживання (тобто враховуючи всі викиди життєвого циклу), орієнтовні викиди ПГ зростають приблизно до 11 млн тонн CO<sub>2</sub> екв.<sup>3</sup> Оцінки викидів збройних сил охоплюють викиди від нерухомості (військові бази та цивільні споруди) й техніки (морські судна, авіація та наземний транспорт) і складають понад 3 млн тонн CO<sub>2</sub> екв., або майже половину всіх виробничих викидів військово-промислового сектору. Викиди військової / оборонної промисловості Сполученого Королівства (зокрема від робіт та експорту, орієнтованих на Міністерство оборони) були оцінені приблизно в 1,5 млн тонн CO<sub>2</sub> екв. Решта викидів припадає на ланцюг постачання в межах Сполученого Королівства (елементи ланцюга постачання поза Сполученим Королівством не враховувались). Загальні виробничі викиди склали понад 1,4% загальних національних викидів.

Вуглецеві викиди військових видатків Європейського Союзу в 2019 році склали приблизно 24,8 млн тонн CO<sub>2</sub> екв.<sup>4</sup> Оцінка базувалась на аналізі даних викидів ПГ для об'єднаних секторів збройних сил і військових технологій шести країн, які були об'єктом дослідження (Франція, Німеччина, Італія, Нідерланди, Польща й Іспанія), та екстраполяції результатів на ЄС у цілому. Розрахункове значення відповідає понад 0,7% викидів ПГ у ЄС, проте автори звіту підкреслюють, що через брак даних, оцінку слід вважати консервативною.

Що стосується США, то за консервативними оцінками, військові викиди у період 2001–2018 фінансових років становили 1267 млн тонн CO<sub>2</sub> екв. Викиди від операцій у надзвичайних ситуаціях за кордоном (пов'язані з війною викиди від операцій в основних зонах ведення воєнних дій, зокрема в Афганістані, Пакистані, Іраку та Сирії) становили орієнтовно понад 440 млн тонн CO<sub>2</sub> екв., або приблизно 35% від усіх викидів<sup>5</sup>. Середнє річне значення упродовж цих 18 років становить 70,4 млн тонн CO<sub>2</sub> екв., зокрема 24,4 млн тонн CO<sub>2</sub> екв. у середньому від операцій у надзвичайних ситуаціях за кордоном. Загальне значення відповідає приблизно 1% середніх викидів ПГ США за цей період<sup>6</sup>, проте ці оцінки не враховують викиди, пов'язані з ланцюгом постачання. Викиди, враховані в оцінці, охоплюють експлуатаційне споживання енергії військовим транспортом, технікою і платформами (приблизно 70% споживання енергії), а також споживання енергії (електроенергія, природний газ тощо) військовими об'єктами (приблизно 30% споживання енергії). У межах експлуатаційного споживання енергії приблизно 70% спожитого палива зазвичай припадає на реактивне паливо, що використовується військовою авіацією, тоді як іншу значну частину — до 20% — складає дизель. Хоча споживання палива певною мірою обумовлене умовами ведення бойових дій, воно все одно використовується переважно всередині країни, тож навіть без ведення операцій за кордоном і відповідного споживання палива армія США була б найбільшим інституційним споживачем нафти у світі<sup>7</sup>.

3. The environmental impacts of the UK military sector, <https://www.sgr.org.uk/publications/environmental-impacts-uk-military-sector>

4. Under the radar. The carbon footprint of Europe's military sector. A scoping study, [https://ceobs.org/wp-content/uploads/2021/02/Under-the-radar\\_the-carbon-footprint-of-the-EUs-military-sectors.pdf](https://ceobs.org/wp-content/uploads/2021/02/Under-the-radar_the-carbon-footprint-of-the-EUs-military-sectors.pdf)

5. Pentagon Fuel Use, Climate Change, and the Costs of War. Neta C. Crawford, Boston University, <https://watson.brown.edu/costsof-war/files/cow/imce/papers/Pentagon%20Fuel%20Use%2C%20Climate%20Change%20and%20the%20Costs%20of%20War%20Revised%20November%202019%20Crawford.pdf>

6. Дані щодо ПГ доступні на сайті Агенції з охорони довкілля США: <https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks>, а середнє значення за 2001-2018 становить приблизно 7 млрд тонн CO<sub>2</sub> екв.

7. Hidden carbon costs of the "everywhere war": Logistics, geopolitical ecology, and the carbon boot-print of the US military, Oliver Belcher, Patrick Bigger, Ben Neimark, Cara Kennelly, <https://doi.org/10.1111/tran.12319>

## Де згорає паливо? Висхідна оцінка витрат палива

Оцінка споживання палива на основі висхідного підходу дуже складна і, ймовірно, неможлива без детального вивчення військових логістичних систем і військових операцій, що проводяться під час війни. Такі оцінки потребують повної інформації про типи та кількість задіяної самохідної військової техніки, типові схеми роботи ключових типів військової техніки (наприклад, відстань, пройдена за день, відсоток часу, коли техніка задіяна в активних операціях тощо), а також витрати палива конкретним типом техніки. Для цілей цього оцінювання були визначені індикативні цифри щодо авіаційної та наземної військової техніки, щоб продемонструвати масштаб споживання різними системами.

### Споживання палива авіацією

Авіація часто вважається найбільшим і основним споживачем палива під час бойових дій. Однак під час вторгнення Росії в Україну авіація використовується обмежено, і, ймовірно, тому на неї припадає невелика частка викидів ПГ від споживання палива. Відповідно до всебічного аналізу використання авіації під час першого року війни, проведеного RUSI<sup>8</sup>, для дій в Україні Росія розгорнула сили з близько 350 сучасних бойових літаків. Інтенсивність, цілі й напрямки застосування авіації в різні періоди війни були різними. На початку вторгнення «фронтний бомбардувальник» Су-34 і багатоцільові винищувачі Су-30СМ і Су-35С здійснювали близько 140 бойових вильотів на добу дальністю до 300 км всередині території України, вражаючи українську авіацію та наземні цілі за маршрутами вторгнення. Згодом дії української ППО зробили російські операції на середній та великій висоті надто небезпечними на київському та харківському напрямках, і пріоритет використання авіації змінився на підтримку сухопутних військ і потужне бомбардування українських міст (наприклад, Чернігова, Сум, Харкова, Маріуполя тощо). Через постійні втрати повітряні операції часто проводились у районі лінії фронту й без входу в контрольований Україною повітряний простір. Починаючи з вересня 2022 року, завдяки успішному українському контрнаступу в Херсонській і Харківській областях, російська авіація все більше змушена була займати оборонну позицію. Повітряно-космічні сили Росії розділили українсько-російські напрямки на вісім зон, у кожній з яких вони регулярно розміщують пару винищувачів Су-35С або перехоплювачів МіГ-31БМ Мікоян, що вимагає щонайменше 96 вильотів на день. Окрім авіації, для ударів по землі Росія активно використовує гелікоптери (Ка-52 «Алігатор», Мі-28, Мі-24/35). Протягом перших днів вторгнення ударні вертольоти супроводжували транспортні вертольоти Мі-8/17, що перевозили повітряно-десантні війська, а також, протягом перших місяців війни, виконували вильоти на низькій висоті на відстань до 50 км вглиб контрольованої Україною території. Зазнавши значних втрат на початку повномасштабної війни, з квітня по липень російські вертольоти брали участь майже виключно в атаках некерованими ракетами з-за лінії фронту під час російського наступу на Донбасі, а також, із вересня, в оборонних операціях проти українських контрнаступальних сил на Херсонщині та Харківщині.

8. Royal United Services Institute for Defence and Security Studies. Justin Bronk with Nick Reynolds and Jack Watling, The Russian Air War and Ukrainian Requirements for Air Defence, <https://static.rusi.org/SR-Russian-Air-War-Ukraine-web-final.pdf>

За іншими даними, кількість вильотів на початкових етапах війни була ще більшою і досягала 200<sup>9</sup> – 300<sup>10</sup> вильотів на добу, але до кінця 2022 року скоротилася до десятків вильотів на добу. У липні 2022 року командування ВПС України ЗСУ повідомили, що кількість вильотів оперативно-тактичної авіації Росії перевищила 6400<sup>11</sup> (в середньому близько 50 вильотів на добу). Втім російські джерела повідомляли про 34 000 вильотів, здійснених у період із лютого по жовтень 2022 року із середнім значенням близько 150 вильотів на добу<sup>12</sup>. Для порівняння, на початку війни українська авіація здійснювала 5–10 вильотів на добу<sup>13</sup>, а за перший рік війни винищувачі здійснили понад 5300 вильотів<sup>14</sup> (у середньому приблизно 15 вильотів на добу).

Крім винищувачів і вертольотів, під час війни для ракетних пусків активно використовуються стратегічні бомбардувальники. Ракети стратегічних бомбардувальників – це Х-101, Х-555/ 55СМ і Х-22/32. Станом на початок 2023 року, від початку війни, по Україні було випущено 824 таких ракет<sup>15</sup>. У 2023 році (станом на 28 квітня) під час п'яти хвиль атак стратегічні бомбардувальники запустили додатково 132 ракети<sup>16</sup>, що довело їх загальну кількість до 956 ракет. Кількість пусків за один виліт залежить від типу задіяного стратегічного бомбардувальника, типів ракет, навантаження озброєння на борту та інших факторів (наприклад, Ту-95МС може нести шість або вісім ракет залежно від їх типу<sup>17</sup>). Кількість пусків, однак, може бути значно меншою за максимальну вантажопідйомність. Так, під час атаки 9 березня 7 Ту-22М3 і 10 стратегічних бомбардувальників Ту-95МС випустили 34 ракети (тобто в середньому по дві ракети на літак). Крім того, значна кількість вильотів може здійснюватись без пусків – як у навчальних цілях, так і з метою імітації пусків для інших цілей. Для даного аналізу було застосовано припущення про загальну кількість у 1000 вильотів стратегічних бомбардувальників.

9. Pentagon highlights the way the Ukrainians organized air defense during the war with Russia, <https://mil.in.ua/en/news/pentagon-highlights-the-way-the-ukrainians-organized-air-defense-during-the-war-with-russia/>

10. Defence Intelligence, <https://twitter.com/DefenceHQ/status/1599656741381328896>

11. Понад 70% російських некерованих снарядів та керованих авіаракет не досягають цілей, <https://armyinform.com.ua/2022/07/07/podnad-70-rosijskyh-nekerovanyh-snyaryadiv-ta-kerovanyh-aviaraket-ne-dosyagayut-czilej/>

12. Despite Modernization Drive, Russia's Air Force Struggles for Superiority in Ukraine, <https://www.themoscowtimes.com/2022/10/25/despite-modernization-drive-russias-air-force-struggles-for-superiority-in-ukraine-a79158>

13. Pentagon highlights the way the Ukrainians organized air defense during the war with Russia, <https://mil.in.ua/en/news/pentagon-highlights-the-way-the-ukrainians-organized-air-defense-during-the-war-with-russia/>

14. Командування Повітряних Сил ЗСУ, <https://www.facebook.com/kpszsru/posts/pfbid0Yu8ga2bNGzkVmqDA5Co5YMxa2qViwnc-JH8FBB1jrNZEfwfXxNFRmSGiCfRezVUwGI>

15. Див. інфографіку, поширену Міністром оборони, <https://twitter.com/oleksiireznikov/status/1611449870040109058>

16. Див. <https://twitter.com/MassDara/status/1634300311744438272> для оцінок станом на 10 березня 2023 року. 28 квітня 2023 року було запущено 23 ракети

17. What Is Special About the Tu-95MS Strategic Bomber, And Why This Aircraft Is Chosen For Strikes On Ukraine, [https://en.defence-ua.com/analysis/what\\_is\\_special\\_about\\_the\\_tu\\_95ms\\_strategic\\_bomber\\_and\\_why\\_this\\_aircraft\\_is\\_chosen\\_for\\_strikes\\_on\\_ukraine-5261.html](https://en.defence-ua.com/analysis/what_is_special_about_the_tu_95ms_strategic_bomber_and_why_this_aircraft_is_chosen_for_strikes_on_ukraine-5261.html)

Параметри	Винищувачі	Стратегічні бомбардувальники	Вертольоти
Кількість вильотів	100 вильотів на добу	1 000 вильотів усього	50 вильотів на добу
Відстань за виліт	1,000 км	2,000 км	200 км
Коментар	Орієнтовний радіус дії — 500 км (відстань від основних авіабаз до українського кордону — 200–300 км, бойова дальність — >1000 км)	Припущення зроблене на основі приблизної відстані від баз до типових районів запуску (близько 1000 км)	Припущення зроблене виходячи з необхідності захисту тимчасових пунктів базування від ударів далекобійною високооточною артилерією (на 100+ км) <sup>18</sup>
Питома витрата палива <sup>19</sup>	5,6 л/км	10,1 л/км	3,2 кг/км
Розрахункова витрата палива на виліт	4442 кг (тобто приблизно 40% внутрішнього запасу палива Су-34)	16 044 кг (тобто приблизно 20% внутрішнього запасу палива обсягом у 84 т для Ту-95МС)	647 кг (тобто приблизно 40% внутрішнього запасу палива Ка-52)
Витрата палива	163 916 тонн	16 044 тонни	11 928 тонн

Таблиця 20. Орієнтовні дані про авіаційну діяльність і розрахункове споживання палива<sup>20</sup>

Загальне споживання палива авіацією на основі обмежених доступних даних та індикативних припущень, описаних вище, оцінюється приблизно в 192 000 тонн, тоді як відповідні викиди ПГ становлять приблизно 604 000 тонн. Це дорівнює менш ніж 10% загального розрахункового споживання палива для військових операцій під час війни, що можна пояснити відносно обмеженим використанням авіації під час цієї війни.

## Споживання палива наземною технікою

Лева частка палива споживається сухопутними військами; однак дуже складно повністю і чітко визначити, на що саме йде більша частина палива. Навіть на рівні окремих операцій оцінити споживання палива непросто через значну різноманітність типів транспортних засобів, рівня споживання, рельєфу місцевості та часу використання техніки, і тому потрібен детальний аналіз схем маневру,

18. Див., напр., геолокацію вогневих точок вертольотів Мі-28, що діють поблизу м. Донецьк і базуються в м. Таганрог (100+ км), <https://twitter.com/RedIntelPanda/status/1678936580965187584>

19. На основі даних для аналогічних літаків США (тобто значення для винищувача-бомбардувальника F-35 використовувались як орієнтовні для винищувачів, а значення для бомбардувальника B-2 — як орієнтовні для стратегічних бомбардувальників; значення були переведені в л/км). Див. Neta C. Crawford, Pentagon Fuel Use, Climate Change, and the Costs of War, <https://watson.brown.edu/costsofwar/files/cow/imce/papers/Pentagon%20Fuel%20Use%2C%20Climate%20Change%20and%20the%20Costs%20of%20War%20Revised%20November%202019%20Crawford.pdf>; припущення щодо витрат палива вертольотами здійснено на основі внутрішнього завантаження паливом і дальності польоту вертольота Ка-52 (див. <https://weaponsystems.net/system/494-Kamov+Ka-52+Alligator>)

20. Усі припущення є індикативними й зроблені задля демонстрації потенційних обсягів споживання палива



застосованих під час операцій<sup>21</sup>. Для великомасштабної війни це ще складніше зробити через великі обсяги задіяних сил і значну кількість різноманітних оборонних і наступальних операцій, що проводяться на різних ділянках фронту в різні періоди часу.

Збройні сили Росії, які брали участь у війні, принаймні на початкових етапах були організовані в батальйонні тактичні групи (БТГ), які формуються в полках і бригадах як напівпостійні оперативні групи, здатні діяти і вести бойові дії самостійно протягом декількох днів. БТГ складається із мотострілецького батальйону або танкового батальйону з різним складом бойового забезпечення залежно від поставлених завдань.

Найпоширенішим варіантом БТГ є мотострілецький батальйон із приданою танковою ротою, гаубичним самохідним дивізіоном, взводом ППО, інженерно-саперною бригадою та логістичними одиницями. БТГ розроблялися так, аби вони могли працювати на великій відстані від баз і мати значні логістичні засоби, зокрема автомобільний транспорт (для великих вантажів, палива та води), можливості технічного обслуговування, евакуації транспортних засобів тощо. Більшість БТГ мають по 700–800 осіб особового складу, але деякі — близько 900. Залежно від тяжкості бою, БТГ, ймовірно, можуть витримати 1–3 дні в бойових умовах, перш ніж їм знадобиться додаткова логістична підтримка. Перша БТГ 200-ї ОМСБр налічувала понад 60 одиниць бронетехніки, понад 70 одиниць колісної техніки для перевезення людей і вантажів, близько 30 логістичних одиниць (наприклад, автоцистерни АТМЗ-5,5 та/або Ац-7,0, технічні та ремонтні машини, пересувні кухні тощо), понад 20 різних артилерійських машин (самохідні гаубиці, машини РСЗВ, машини управління та керування вогнем, бойові машини підтримки), понад 10 інженерних машин, близько 10 машин зв'язку та інших машин (медична, радіоелектронна боротьба тощо) — загалом понад 200 одиниць техніки, яка потребує палива для пересування та роботи<sup>22</sup>.

Типові структури БТГ мають меншу кількість техніки й транспортних засобів, якими БТГ користується. Загальна їх кількість коливається у межах 122–142 одиниць техніки, зокрема іноді дві, а зазвичай три–п'ять, автоцистерни для палива<sup>23</sup>. За оцінками, палива, яке перевозить БТГ, вистачає для однієї заправки й підтримки бойових дій протягом одного дня. Російські логістичні канали мають постачати пальне понад 100 БТГ та ще й ряду парамілітарних груп<sup>24</sup>. Великі обсяги палива витрачаються під час виконання бойових маршів БТГ і маневрування під час наступальних і оборонних операцій (наприклад, охоплення, оточення, прориву, лобової атаки, ухилення)<sup>25</sup>.

21. By Capt. Michael Johnson and Lt. Col. Brent Coryell, Logistics forecasting and estimates in the brigade combat team, <https://alu.army.mil/alog/2016/NOVDEC16/PDF/176881.pdf>. Reported values for temperate climate were converted to litres.

22. Getting to Know the Russian Battalion Tactical Group, <https://rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/getting-know-russian-battalion-tactical-group>

23. Див. типові структури БТГ на <https://www.globalsecurity.org/military/world/russia/army-btg.htm> та <https://www.thefivecoatconsultinggroup.com/the-coronavirus-crisis/ukraine-context-d60>. Як зазначалося вище, типовий розмір паливного танкера становить 5,5 або 7 м<sup>3</sup>.

24. Ukrainian Military Is Targeting Russian Fuel Supply Lines As Winter Approaches, <https://www.forbes.com/sites/vikrammittal/2022/12/11/ukrainian-military-is-targeting-russian-fuel-supply-lines-as-winter-approaches/?sh=3e3b43353e2d>

25. Márk Takács, Short Study: Describing the Major Features of the Russian Battalion Tactical Group, <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/aarms/article/view/5045/4782>

ДАНІ	1 БТГ	100 БТГ	150 БТГ
Паливо в паливних цистернах, т <sup>26</sup>	24	2,400	3,600
Річна витрата палива із щоденною заправкою, т	8,760	876,000	1,314,000
Річна витрата палива із заправкою через день, т	4,380	438,000	657,000

Таблиця 21. Розрахункове споживання палива БТГ<sup>27</sup>

Залежно від припущень про кількість БТГ, задіяних у вторгнення в різні періоди, їх структуру та оснащення, а також частоту поповнення запасів палива, річна потреба в паливі коливатиметься в межах **0,4–1,3 млн тонн**.

Танки та бойові машини піхоти (БМП) є найбільшими споживачами палива на полі бою. Кожна БТГ може мати близько 10 танків і 40 БМП<sup>28</sup>, а у випадку 150 БТГ, задіяних у бою, ця кількість зростає до щонайменше 1500 танків і 6000 БМП на полі бою. Для порівняння, згідно зі списком Огук станом на квітень 2023 року, візуально підтверджені втрати техніки для Росії охоплюють, зокрема, 1905 танків і 3151 БМ і БМП разом<sup>29</sup>.

Витрата палива військовою технікою суттєво залежить від конкретних умов маневрування та відповідної середньої швидкості. Характеристики техніки часто містять запас ходу в кілометрах, який техніка здатна проїхати, використовуючи пальне з власного повного паливного баку під час руху по дорозі з твердим покриттям. Маневрування на польових дорогах значно збільшує витрату палива та зменшує середню швидкість і запас ходу. Складніші умови маневрування ще більше знижують швидкість і збільшують витрату палива в два-три рази порівняно з витратами на дорогах із твердим покриттям<sup>30</sup>.

Варто зазначити, що танки і бронемашини споживають пальне не тільки під час маневру в бою, а й під час простою. За деякими оцінками, під час простою транспортних засобів витрачається приблизно 10–14% спожитого палива (для роботи датчиків, систем зв'язку та інших засобів підтримки на майданчиках), і під час наземних бойових дій армії ці періоди простою можуть бути тривалими. Так, деяким транспортним засобам потрібно декілька хвилин, щоб прогрітися, перш ніж вони зможуть рухатися, і оскільки несподівані ворожі засідки чи артилерійський вогонь часто становлять загрозу, безпечніше, щоб двигун продовжував працювати, а не глушити його, коли транспорт стоїть<sup>31</sup>. Крім того, старі танки та бойові броньовані машини не мають допоміжних блоків живлення для підзарядки акумуляторів, тому періодично потрібно запускати основні двигуни.

26. Припущення базується на середній кількості в чотири паливні танкери БТГ (28 м<sup>3</sup> палива, або приблизно 24 тонни). Відповідає добовому споживанню палива при щоденній заправці.

27. Усі припущення є індикативними й зроблені задля демонстрації потенційних обсягів споживання палива

28. Nicolas J. Fiore, Defeating the Russian Battalion Tactical Group, <https://www.benning.army.mil/Armor/eARMOR/content/issues/2017/Spring/ARMOR%20Spring%202017%20edition.pdf>

29. Attack On Europe: Documenting Russian Equipment Losses During The 2022 Russian Invasion Of Ukraine, <https://www.oryxspio-enkop.com/2022/02/attack-on-europe-documenting-equipment.html>

30. В.В. Брехин, В.С. Дорогин, С.В. Дорогин, Е.В. Калинина-Иванова, Приближенная оценка расхода топлива и запаса хода ВГМ. «Вестник бронетанковой техники». 1991. № 2.

31. Endy M. Daehner, John Matsumura, Thomas J. Herbert, Jeremy R. Kurz, Keith Walters, Integrating Operational Energy Implications into System-Level Combat Effects Modeling. Assessing the Combat Effectiveness and Fuel Use of ABCT 2020 and Current ABCT, [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR879.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR879.html)

Характеристики	Основний бойовий танк Т-72Б3	Бойова машина піхоти БМП-2
Вага, тонн	46.5	14.3
Обсяг внутрішнього паливного баку, л	1,200	462
Витрата палива на дорогах із твердим покриттям, л/100 км	240	77
Запас ходу по дорогах із твердим покриттям, км	500	600
Витрата палива на польових дорогах, л/100 км	260-450	80-110
Запас ходу по польових дорогах, км	270-460	420-575

Таблиця 22. Ефективність використання палива типовою військовою технікою<sup>32</sup>

Окрім транспортних засобів і техніки, що входять до складу БТГ, існують також інші споживачі палива, зокрема транспортні засоби, залучені до логістичних операцій за межами фронту (на додаток до логістичних одиниць БТГ). У військовій літературі іноді вживають поняття бойових «зубів» армії і допоміжного логістичного «хвоста». Розмір і потреби «зубів» бойових сил безпосередньо впливають на розмір і потреби «хвоста», що здійснює забезпечення. Елементи забезпечення бойових підрозділів вимагають регулярного поповнення запасів уздовж «хвоста» для підтримки військових дій<sup>33</sup>. Для армії США з 1945 року частка «хвоста» постійно зростала, тоді як частка «зубів» зменшувалась як відсоток від загального обсягу сил (наприклад, з 39% у 1945 році в межах військових дій у Європі до 28% у 2005 році в Іраку). Частки логістики та забезпечення зросли до майже трьох чвертей активних сухопутних сил<sup>34, 35</sup>.

Хоча співвідношення «зубів» до «хвоста» буде різним для кожної армії та операції, важливий висновок полягає в тому, що «хвіст» логістичного забезпечення зазвичай більший, ніж бойові «зуби». Якщо застосовувати співвідношення 3 до 1, то на кожен мільйон тонн палива, спаленого бойовими «зубами», потрібно додатково три мільйони тонн для логістичного «хвоста». У цьому випадку загальне споживання палива становитиме 4 млн тонн, що відповідає середній оцінці, яка використовувалась під час оцінки шкоди, завданої клімату за рік війни. Звичайно, це дуже індикативні цифри, проте вони все ж демонструють потенційний масштаб споживання палива.

32. За матеріалами: T-72B3 Fourth generation T-72 tank, <https://weaponsystems.net/system/1410-T-72B3>; BMP-2, <https://weaponsystems.net/system/329-BMP-2>

33. Samaras, Constantine; Nuttall, William J.; Bazilian, Morgan (2019), Energy and the military: Convergence of security, economic, and environmental decision-making, Carnegie Mellon University, Journal contribution, <https://doi.org/10.1184/R1/10087334.v1>

34. James M. Berry, The 'Tooth-to-Tail' Ratio and Modern Army Logistics, <https://dalecentersouthernmiss.wordpress.com/2021/11/03/the-tooth-to-tail-ratio-and-modern-army-logistics/>

35. John J. McGrath, The Other End of the Spear: The Tooth-to-Tail Ratio (T3R) in Modern Military Operations, <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA472467.pdf>

## Викиди від використання боєприпасів

<p><b>Функціональна одиниця – артилерійський снаряд</b></p>	<p>Загальна маса боєприпасів калібру 152/155 мм для різних типів снарядів становить від 42,6 до 46,9 кг, а маса вибухової речовини – від 5,85 до 11,30 кг (не враховуючи ваги пропеленту)<sup>36</sup>.</p> <p>Артилерійські боєприпаси (постріли) складаються з бойової частини, пропеленту (метального заряду) та детонатора. Типовий боєприпас калібру 155 мм, щодо якого підготовлено звіт із оцінки впливу на довкілля протягом життєвого циклу, має загальну вагу 77 кг разом із контейнером:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• бойова частина – 44,5 кг, зокрема 35,5 кг сталеві оболонки та 8,5 кг вибухової речовини складу В;</li> <li>• пропеленту (метального заряду) – 9,67 кг, зокрема 9,5 кг тріосновного пороху;</li> <li>• детонатор – 1 кг;</li> <li>• сталевий контейнер – 22 кг (багаторазовий).</li> </ul> <p>Інформація про вуглецевий слід інших типів артилерійських боєприпасів (152-мм і 122-мм снарядів, що використовуються Росією) відсутня, і тому оцінка базується на даних для типових 155-мм боєприпасів.</p>
<p><b>Викиди від виробництва енергетичних матеріалів</b></p>	<p>Вплив на глобальне потепління енергетичних матеріалів, що використовуються у вибухових речовинах, коливається від 5,06 до 42,4 кг CO<sub>2</sub> екв. на кг матеріалу, причому більшість оцінок становить від 5,06 до 12,9 кг CO<sub>2</sub> екв. на кг матеріалу (зокрема, 5,06 кг CO<sub>2</sub> екв. для тротилу, 6,53 кг CO<sub>2</sub> екв. для нітроцелюлози, 8,59 кг CO<sub>2</sub> екв. для гексогену)<sup>37</sup>. Для вибухової речовини складу В, яка зазвичай використовується в артилерійських снарядах та інших боєприпасах (стандартний склад включає 59,5% гексогену, 39,4% тротилу та 1% флегматизованого парафіну), середньозважений вплив на глобальне потепління становитиме 7,1 кг CO<sub>2</sub> екв. на кг матеріалу.</p>
<p><b>Викиди при виробництві артилерійських снарядів</b></p>	<p>Отже, вуглецевий слід матеріалів, що використовуються для виготовлення 155-мм снарядів, становить 136 кг CO<sub>2</sub> екв. і складається з:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 60,35 кг CO<sub>2</sub> екв. для виготовлення вибухової речовини складу В;</li> <li>• 75,62 кг CO<sub>2</sub> екв. для виготовлення сталевих корпусів<sup>38</sup>.</li> </ul>
<p><b>Викиди в момент пострілу</b></p>	<p>Викиди вуглекислого газу в момент пострілу (пов'язані з типовим 155-мм боєприпасом) становлять 2,74 кг CO<sub>2</sub> екв.</p>
<p><b>Викиди під час детонації</b></p>	<p>Викиди вуглекислого газу під час детонації (пов'язані з типовим 155-мм боєприпасом) становлять 0,19 кг CO<sub>2</sub> екв. на один 155-мм снаряд.</p>

Таблиця 23. Коефіцієнти викидів, що стосуються боєприпасів

36. Explosive weapon effects – final report, GICHD, Geneva, February 2017, <http://characterisationexplosiveweapons.org/studies/annex-b-152-155-artillery-version/>

37. Carlos Miguel Baptista Ferreira, Extended environmental Life-cycle assessment of munitions: Addressing chemical toxicity hazard on human health, <https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/42309/4/Extended%20environmental%20life-cycle%20assessment%20of%20munitions%3A%20addressing%20chemical%20toxicity%20hazard%20on%20human%20health.pdf>

38. Припускаючи, що коефіцієнт викидів становить 2,13 кг CO<sub>2</sub> екв. на кг за базою даних ICE (cradle to gate, модулі A1-A3), значення КВВ для сталевих безшовних труб, середній світовий показник. Див. <https://circularecology.com/embodied-carbon-footprint-database.html>

## Дані про фортифікаційні споруди

Станом на початок квітня 2023 року, за результатами аналізу супутникових знімків, загальна протяжність ідентифікованих фортифікаційних споруд становила 2837 км. Станом на 24 серпня 2023 року, протяжність ідентифікованих траншей зросла до 3309 км. Усі об'єкти можна ідентифікувати та добре розрізнити на супутникових знімках Sentinel-2 L2A за мінімальної ширини траншеї 150 см. Ідентифікацію проводили в періоди ясної погоди та відсутності хмар і опадів.

Використані інструменти:

- EO Browser <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>; manual <https://www.sentinel-hub.com/explore/eobrowser/user-guide/>
- Google My maps <https://www.google.com/maps/d/u/0/>; manual <https://support.google.com/mymaps/?hl=en#topic=3188329>
- QGIS <https://qgis.org/ru/site/forusers/download.html>; manual [https://docs.qgis.org/3.28/ru/docs/user\\_manual/index.html](https://docs.qgis.org/3.28/ru/docs/user_manual/index.html)

Приклад аналізу наведено для наступної локації: Запорізька область, Україна, широта: 47,21901, довгота: 35,50734. Дата супутникового знімка: 22.12.2022.

URL-адреса Sentinel HUB: [https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?zoom=14&lat=47.21901&lng=35.50734&themeld=DEFAULT-THEME&visualizationUrl=https%3A%2F%2Fservices.sentinel-hub.com%2Fogc%2Fwms%2Fbd86bcc0-f318-402b-a145-015f85b9427e&datasetId=S2L2A&fromTime=2022-12-22T00%3A00%3A00.000Z&toTime=2022-12-22T23%3A59%3A59.999Z&layerId=1\\_TRUE\\_COLOR&gain=1.7&demSource3D=%22MAPZEN%22](https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?zoom=14&lat=47.21901&lng=35.50734&themeld=DEFAULT-THEME&visualizationUrl=https%3A%2F%2Fservices.sentinel-hub.com%2Fogc%2Fwms%2Fbd86bcc0-f318-402b-a145-015f85b9427e&datasetId=S2L2A&fromTime=2022-12-22T00%3A00%3A00.000Z&toTime=2022-12-22T23%3A59%3A59.999Z&layerId=1_TRUE_COLOR&gain=1.7&demSource3D=%22MAPZEN%22)

### Крок 1 - Фрагмент супутникового знімка з Sentinel hub



### Крок 2 - Відповідні векторні лінії на Картах Google (зображення) після векторизації



### Крок 3 – Відповідні векторні лінії на Картах Google (карта) після векторизації



#### Лінії «зубів дракона»

Про встановлення перешкод із «зубів дракона» повідомлялося у багатьох місцях, зокрема в Херсонській, Запорізькій, Донецькій, Луганській областях і Криму, а також у прикордонних з Україною областях Росії. У Криму, наприклад, лінії укріплень із «зубами дракона» встановили біля усіх основних доріг на в'їзді на півострів, зокрема й дороги, що з'єднує Крим із Росією через Керченський міст. Три лінії «зубів дракона» були встановлені на вузькій ділянці між Керченським півостровом і основною частиною Кримського півострова, що простягається на понад 20 км між Азовським і Чорним морями<sup>39</sup>. Подібні рубежі оборони були встановлені біля села Медведівка на північному сході півострова вздовж дороги E105, де ширина суші між водами Сиваша становить близько 3 км. У західній частині Криму біля села Вітіно були споруджені багатокілометрові укріплення, зокрема ділянки із «зубами дракона». Безліч «зубів дракона» також видно на супутникових знімках на північ від міста Армянськ на півночі Криму, де ширина смуги суші між Сивашем і Чорним морем становить близько 9 км. Крім того, вздовж Північно-Кримського каналу, зокрема біля сіл Маслове та Новоіванівка, встановлено додаткові оборонні рубежі з бетонними пірамідами<sup>40</sup>. Укріплення будуються у кілька ешелонів: наприклад, на південь від Армянська, між Армянськом і містом Красноперекопськ на супутникових знімках можна побачити додаткову лінію «зубів дракона»<sup>41</sup>. Тож лише в Криму довжина фортифікаційних ліній із «зубами дракона» сягає десятків кілометрів.

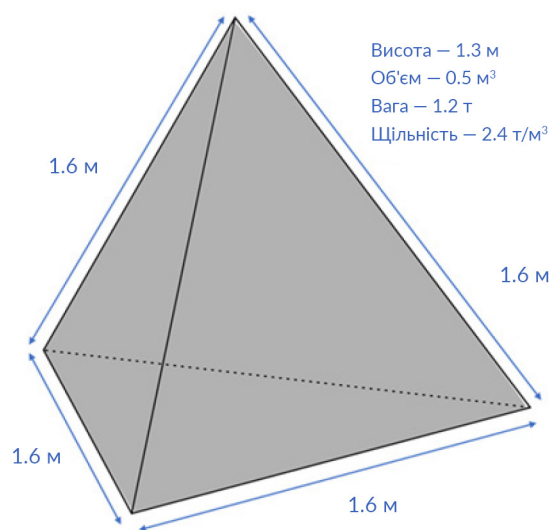


Рисунок 22. Параметри бетонних тетраедрів, які використовуються як протитанкові укріплення «зуби дракона»

39. Протитанкові «зуби дракона» на сході Криму продовжують до Чорного моря (фото), <https://ua.krymr.com/a/news-zuby-drakona-na-krym/32347585.html>

40. A web of trenches shows Russia fears losing Crimea, <https://www.washingtonpost.com/world/interactive/2023/ukraine-russia-crimea-battle-trenches>

41. Brady Africk, <https://twitter.com/bradyafr/status/1645754948297138176/photo/1>

У Запорізькій області лінії «зубів дракона» були помічені на північ від м. Токмак, навколо аеропорту «Бердянськ» на північ від м. Бердянськ<sup>42</sup>, на північ від м. Михайлівка<sup>43</sup> та в інших місцях. У Луганській і Донецькій областях «зуби дракона» були помічені на північ від м. Кремінна в напрямку м. Сватове, на північ від м. Сватове, а також біля м. Гірське та на північ від м. Соледар (протяжністю понад 5 км)<sup>44</sup>.

Журналістське розслідування показало, що з листопада 2022 року пірамідальні бетонні конструкції, що використовуються для спорудження ліній захисту у вигляді «зубів дракона», у величезних обсягах вироблялись щонайменше на шести заводах у Білорусі. Згідно з розслідуванням, підприємства в Гомельській області отримували замовлення на виробництво 20 000–30 000 одиниць бетонних пірамід<sup>45</sup>. Повідомлялося також про початок виробництва таких пірамід у Криму — обсягом 5000 одиниць на місяць<sup>46</sup>. Бетонні піраміди виробляли і на інших окупованих територіях України. Подібні лінії виробництва були також запуснені в Росії на потужностях виробників бетону та інших будівельних компаній. Лише на двох заводах обсяг виробництва, як повідомлялося, сягав 6000 і 15 000 одиниць на місяць, однак були й інші виробники з потужністю в тисячі одиниць на місяць<sup>47</sup>. Тобто починаючи з кінця 2022 року щомісяця вироблялись десятки тисяч бетонних пірамід, які використовувались для будівництва укріплень.

42. Див. візуальне підтвердження, надане Брейді АФріком: <https://twitter.com/bradyafr/status/1645105992508612608>; Russian field fortifications in Ukraine. Satellite imagery shows trenches and barriers span the front line in Ukraine, <https://read.bradyafrick.com/p/russian-field-fortifications-in-ukraine>

43. Див. [https://twitter.com/Tatarigami\\_UA/status/1645651237415575553](https://twitter.com/Tatarigami_UA/status/1645651237415575553)

44. Див. візуальне підтвердження, надане Брейді АФріком: Russian field fortifications in Ukraine. Satellite imagery shows trenches and barriers span the front line in Ukraine, <https://read.bradyafrick.com/p/russian-field-fortifications-in-ukraine>; <https://twitter.com/bradyafr/status/1654640871974002688/photo/1>; <https://twitter.com/bradyafr/status/1654859814328217600>

45. Расследование: «Зубы дракона» выпускают минимум 6 белорусских предприятий, и ими укрепляют границу в Брянской области, РФ, <https://motolko.help/ru-news/zuby-drakona-vypuskayut-minimum-na-6-i-belarusskih-predpriyatiyah-imi-ukrepyayut-graniczu-v-bryanskoj-oblasti-rf/>

46. Production of anti-tank barriers launched in occupied Crimea, <https://www.pravda.com.ua/eng/news/2022/11/29/7378476/>

47. “Мы сейчас только с Мелитополем работаем. Все в том районе”. Как Россия возводит укрепления на оккупированных территориях Украины, <https://www.bbc.com/russian/features-64055785>

## Дані про «вуглецевий слід» військової техніки

Індикативні припущення, використані дані та результати представлені в таблицях нижче.

### Втрати російської техніки

Техніка	Індикативна вага, т	Індикативний «вуглецевий слід», т	Кількість знищеної техніки	Кількість пошкодженої техніки	Індикативна вага знищеної техніки, т	Індикативна вага пошкодженої техніки, т	Викиди, тонн CO <sub>2</sub> екв.
Танки	40	240	1,165	101	46,600	4,040	284,448
Броньовані бойові машини піхоти	8	48	523	17	4,184	136	25,267
Бойові машини піхоти	14	84	1,505	72	21,070	1,008	127,630
Бронетранспортери	11	66	193	8	2,123	88	12,844
Бронеавтомобілі	6	36	131	4	786	24	4,745
Самохідна артилерія	27	162	259	16	6,993	432	42,476
Реактивні системи залпового вогню	14	84	130	5	1,820	70	11,004
Вантажівки, автомобілі та джипи	8	48	1,802	39	14,416	312	86,870
Літаки	12	72	72	8	864	96	5,299
Вертольоти	11	66	73	10	803	110	4,950
Кораблі військово-морського флоту	-	-	8	4	14,137	3,119	88,562
<b>Разом</b>	-	-	5,861	284	113,796	9,435	694,096

Таблиця 24. Інформація про втрати російської військової техніки та відповідні викиди<sup>48</sup>

48. Розраховано на основі даних, наведених у <https://www.oryxspioenkop.com/2022/02/attack-on-europe-documenting-equipment.html>. Значення кількості та маси знищеної та пошкодженої техніки вказуються на основі візуально підтверджених втрат. Розрахунки викидів враховують, що принаймні 20% втрат не підтверджені візуально / не включені до списків



## Втрати української техніки

Техніка	Індикативна вага, т	Індикативний «вуглецевий слід», т	Кількість знищеної техніки	Кількість пошкодженої техніки	Індикативна вага знищеної техніки, т	Індикативна вага пошкодженої техніки, т	Викиди, тонн CO <sub>2</sub> екв.
Танки	40	240	303	29	12,120	1,160	74,112
Броньовані бойові машини піхоти	8	48	180	2	1,440	16	8,659
Бойові машини піхоти	14	84	372	13	5,208	182	31,466
Бронетранспортери	11	66	136	13	1,496	143	9,148
Бронеавтомобілі	6	36	156	19	936	114	5,753
Самохідна артилерія	27	162	84	33	2,268	891	14,677
Реактивні системи залпового вогню	14	84	27	8	378	112	2,402
Вантажівки, автомобілі та джипи	8	48	376	15	3,008	120	18,192
Літаки	12	72	65	1	780	12	4,694
Вертольоти	11	66	25	1	275	11	1,663
Кораблі військово-морського флоту	-	-	7	2	5,257	3,154	35,326
Разом	-	-	1,731	136	33,166	5,915	206,093

Таблиця 25. Інформація про втрати української військової техніки та відповідні викиди<sup>49</sup>

### Коефіцієнти викидів

Дослідження, що аналізувало життєвий цикл сільськогосподарської техніки, оцінило обсяги енергії, необхідної на одиницю ваги сільськогосподарської техніки, у 86,8 МДж/кг, а кінцевий коефіцієнт викидів – у приблизно 6 кг CO<sub>2</sub> екв. на кг ваги техніки<sup>50</sup>.

Деякі виробники будівельної техніки починають оцінювати як прямі, так і непрямі викиди своїх ключових товарів. Однак для галузі будівельної техніки Правил категорій продуктів не встановлено, і звіти виробників по вуглецевих викидах

49. Розраховано на основі даних, наведених у <https://www.oryxspioenkop.com/2022/02/attack-on-europe-documenting-ukrainian.html>. Значення кількості та маси знищеної та пошкодженої техніки вказуються на основі візуально підтверджених втрат. Розрахунки викидів враховують, що принаймні 20% втрат не підтверджені візуально / не включені до списків

50. Carbon Dioxide Emissions Associated with the Manufacturing of Tractors and Farm Machinery in Canada, [https://www.researchgate.net/publication/222979796\\_Carbon\\_Dioxide\\_Emissions\\_Associated\\_with\\_the\\_Manufacturing\\_of\\_Tractors\\_and\\_Farm\\_Machinery\\_in\\_Canada](https://www.researchgate.net/publication/222979796_Carbon_Dioxide_Emissions_Associated_with_the_Manufacturing_of_Tractors_and_Farm_Machinery_in_Canada)

можуть використовувати різні методології, системні межі та вхідні дані<sup>51</sup>.

На основі інформації, опублікованої Volvo CE, середні вуглецеві викиди для вибраних типів і моделей будівельної техніки становлять 4,5 кг CO<sub>2</sub> на кг ваги техніки (на основі мінімальної робочої ваги або нетто ваги). У середньому майже 99% вуглецевих викидів пов'язано з викидами з Обсягу 3 на початку виробництва, тоді як лише близько 1% – з викидами з Обсягу 1 і Обсягу 2 під час виробничого процесу (викиди з Обсягу 3 від використання техніки не враховувались).

Модель	Вуглецеві викиди			Мінімальна робоча вага або нетто вага, кг	Вуглецеві викиди на кг техніки, кг CO <sub>2</sub>
	Разом	Обсяг 3 (до виробництва)	Обсяги 1 і 2		
Гусенечний екскаватор EC220	87,740	86,800	940	20,470	4.3
Гусенечний екскаватор EC480	180,940	177,700	3,240	45,500	4.0
Компактний екскаватор EW60	26,910	26,500	410	5,150	5.2
Колісний екскаватор EWR150	77,660	76,800	860	15,400	5.0
Зчленований самоскид A60	164,660	1,660	163,000	43,750	3.8
Зчленований самоскид A40	112,230	111,000	1,230	30,150	3.7
Колісний навантажувач L90	71,840	69,900	1,940	14,500	5.0
Колісний навантажувач L150	108,170	106,800	1,370	24,100	4.5
Колісний навантажувач L220	144,420	142,900	1,520	31,200	4.6
Колісний навантажувач L350	221,810	220,500	1,110	50,000	4.4
<b>СЕРЕДНЄ</b>					<b>4.5</b>

Таблиця 26. Дані про вуглецеві викиди деяких видів будівельної техніки<sup>52</sup>

На основі наведеної вище інформації та враховуючи очікувану вищу інтенсивність викидів вуглецю від військової техніки порівняно з цивільною технікою, значення 6 кг CO<sub>2</sub> екв. на кг ваги техніки було застосовано як індикативні вуглецеві викиди при виробництві військової техніки.

Для порівняння, дослідження впливу оборонного сектора Норвегії на клімат також

51. Volvo CE carbon footprint principles, <https://www.volvoce.com/-/media/volvoce/global/global-site/our-offer/brochures/environmental-product-declarations/life-cycle-assessment-carbon-footprint-methodology-volvoce.pdf>

52. Розраховано на основі інформації, наданої Volvo CE у деклараціях про вуглецевий слід, доступних на вебсторінці <https://www.volvoce.com/global/en/products-and-services/environmental-declarations/>, і вазі техніки, вказаної у відповідних технічних характеристиках

використовувало аналоги для найближчого цивільного типу техніки, щоб визначити коефіцієнти викидів від виробництва військової техніки, оскільки відповідні значення для військової техніки недоступні (хоча розробка, процес виробництва та вартість для секторів відрізняються). Для сектору виробництва військових систем дослідження базувались на наступних коефіцієнтах викидів на основі матеріалів бази даних Ecoinvent<sup>53</sup>:

Кораблі та човни:

- 18 034 тонн CO<sub>2</sub> екв. на човен великого розміру (як-от трансокеанське вантажне судно);
- 1 429 тонн CO<sub>2</sub> екв. на човен середнього розміру (як-от танкерна баржа);
- 1 188 тонн CO<sub>2</sub> екв. на човен малого розміру (як-от баржа).

Літаки:

- 7 022 тонни CO<sub>2</sub> екв. на далекомагістральний літак;
- 2 195 тонн CO<sub>2</sub> екв. на середньомагістральний літак;
- 8,9 тонн CO<sub>2</sub> екв. на вертоліт.

Транспортні засоби:

- 33,7 тонн CO<sub>2</sub> екв. на одиницю важкого транспортного засобу (як-от будівельної машини);
- 24,4 тонни CO<sub>2</sub> екв. на одиницю середнього транспортного засобу (як-от 16-тонна вантажівка);
- 6,8 кг CO<sub>2</sub> екв. на кг ваги легкого транспортного засобу (як-от дизельного легкового автомобіля; використовувались значення ваги 1200 і 2000 кг).

Ці дані демонструють широку варіацію коефіцієнтів викидів, а також обмеження, пов'язані з порівнянням різних типів цивільної та військової техніки. Наприклад, для автомобілів коефіцієнт викидів коливається від 8,2 до 33,7 тонн CO<sub>2</sub> екв. на одиницю залежно від типу автомобіля.

Для цілей оцінки шкоди, завданої клімату, індикативне значення, яке використовується для категорії «Вантажівки, автомобілі та джипи», становить 48 тонн CO<sub>2</sub> екв. на одиницю, що відображає більшу вагу військової техніки. Для літаків і кораблів різниця в значеннях більш суттєва, що пов'язано з дуже різними потенційними типами та розмірами техніки в цих категоріях.

Для точнішої оцінки шкоди, завданої клімату, потрібен детальний аналіз та інвентаризація знищеної військової техніки й додаткові дослідження щодо «вуглецевого сліду» військової техніки.

53. Особисте спілкування з професором Магнусом Спаревіком і додаткові матеріали для статті Magnus Sparrevik, Simon Utstøl, Assessing life cycle greenhouse gas emissions in the Norwegian defence sector for climate change mitigation, Journal of Cleaner Production, Volume 248, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119196>, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619340661>

## A2. ПОЖЕЖІ

### Історичні дані про пожежі

Вплив війни оцінювався шляхом порівняння площі пожеж під час періоду війни (555 днів) з історичними даними про пожежі. Дані Європейської інформаційної системи про лісові пожежі (European Forest Fire Information System, EFFIS) для території України доступні починаючи з 2020 року.

Офіційна українська статистика щодо ландшафтних пожеж, зокрема лісових, має суттєві обмеження і може фіксувати лише частину пожеж, які виникають. На основі довгострокових статистичних даних у кожному десятилітті можна виділити три-чотири роки із суттєвою більшою кількістю і площею лісових пожеж, коли погодні умови, особливо кількість опадів у квітні-вересні, є ключовим фактором, що спричиняє ризик пожеж<sup>54</sup>. Масштабні одиничні події або незвично велика кількість пожеж упродовж певного року значно впливають на середні показники для історичних періодів. У 1990–2021 роках було зареєстровано 3519 пожеж на рік, які охоплювали в середньому приблизно 6800 га щорічно. Проте якщо відкинути роки з безпрецедентно великими площами пожеж (>5000 га), середні показники знизяться до 2817 пожеж, які охоплюють приблизно 2300 га лісів<sup>55</sup>.

У 2020 році пожежі охоплювали надзвичайно великі площі – понад 75 000 га згідно з офіційною статистикою, що більш ніж у п'ять разів більше, ніж друга за величиною площа пожеж, зафіксована за період 1990–2021 років.

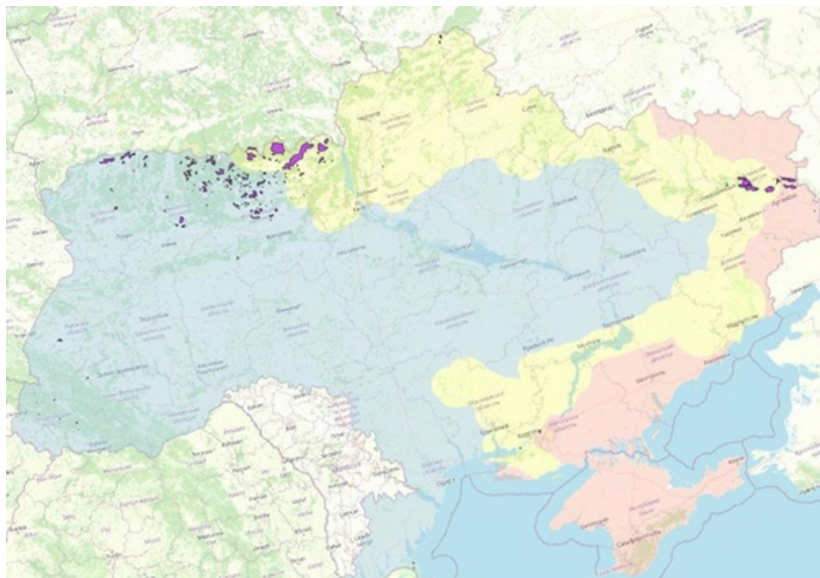


Рисунок 23. Пожежі в період з 24 лютого 2020 до 23 лютого 2021

54. S. V. Zibtsev, O. M. Soshenskyi, V. V. Humeniuk, V. A. Koren (2019), Long term dynamic of forest fires in Ukraine, Ukrainian Journal of Forest and Wood Science, 10(3):27-40, <https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u184/13113-29360-1-sm1.pdf>

55. Обрахунок здійснено на основі інформації, наданої Державною службою статистики України, [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv\\_u/07/Arch\\_dov\\_zb.htm](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/07/Arch_dov_zb.htm)

Дані EFFIS за період 24 лютого 2020 – 23 лютого 2021 зафіксували 220 пожеж загальною площею 255 645 га, зокрема 147 597 га пожеж у лісових зонах (площею понад один гектар). Із загальної кількості зафіксованих пожеж, 134 пожежі площею 119 557 га почалися у дуже короткий період навесні (31 день з 28 березня до 29 квітня) на території чотирьох північних областей (Волинська, Рівненська, Житомирська та Київська).

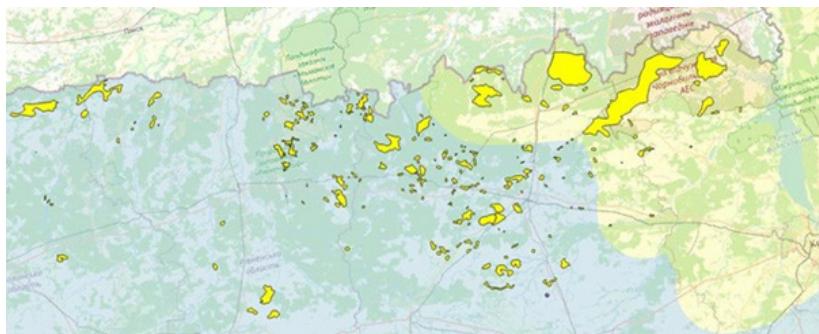


Рисунок 24. Пожежі в період з 28 березня до 29 квітня 2020 у північних областях України

Отож, дані за 2020 рік не були використані для аналізу й оцінки, що, відповідно, здійснювалися на основі порівняння площ пожеж під час війни та пожеж довоєнного періоду (365 днів до початку війни).

## Території, що постраждали від війни

Внаслідок війни суттєво зросла кількість випадків і площ пожеж, зокрема лісових.

У 2022 році сталися 133 пожежі площею понад 500 га, деякі пожежі розкинулися на площу понад 1000 га, а найбільша зафіксована пожежа охопила понад 6000 га. Найбільша кількість пожеж спостерігалася у березні та липні 2022<sup>56</sup>.

Вся територія України так чи інакше зазнала впливу війни, проте рівень і характер впливу різняться в таких трьох зонах (рисунок 25)<sup>57</sup>:

- Зона 1 – (55,9% території України) де не відбувалися наземні військові операції;
- Зона 2 – (27,8% території України) зона активних бойових дій (наземні бойові дії тривали понад 24 години);
- Зона 3 – (12,3% території України) окуповані території, де наземні військові операції тривали не більше 24 годин або взагалі не відбувалися.

56. Advance Report on Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2022, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC133215>. Див. також приклади великих пожеж на Кінбурнській косі, <https://bihus.info/peklo-u-rayu-yak-ok-upanty-znyshhuvaly-kinburnsku-kosu-vbyvayuchy-pryrodu-i-teroryzuuchymiscevyh/>

57. Порівняно з початковою оцінкою розподіл територій було оновлено, щоб відобразити зміни у лініях фронту. Зокрема, зону активних бойових дій збільшено з 19,5% до 27,8% території України.

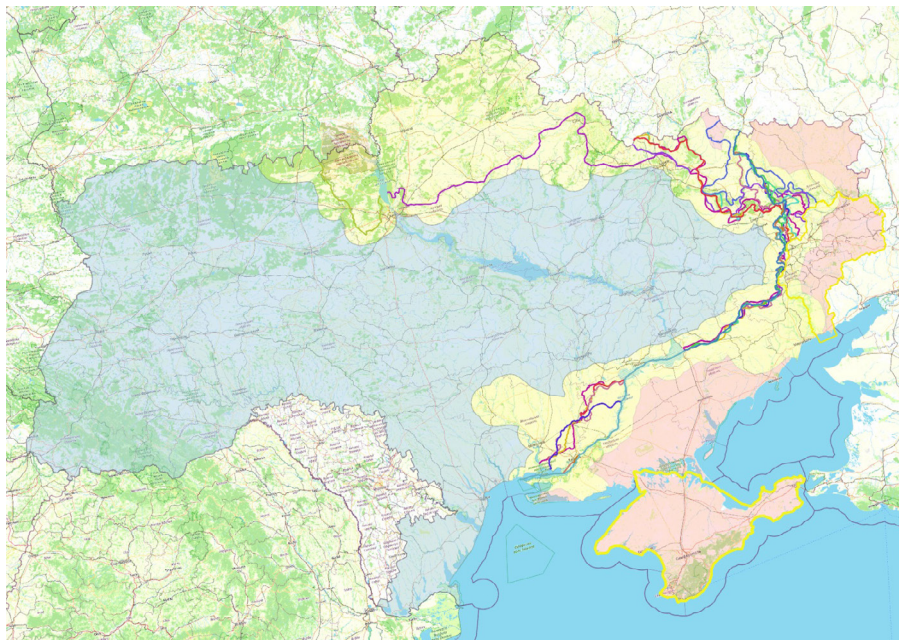


Рисунок 25. Лінії фронту та розподіл територій за зонами: Зона 1 (блакитні ділянки на карті), Зона 2 (жовті ділянки на карті) і Зона 3 (червоні ділянки на карті)

Території в Зоні 1 зазнали ракетних і дронівих атак, що часто спричиняли пожежі. Здатність моніторити й швидко реагувати на пожежі, що визначає масштаби постраждалих територій, була обмежена з огляду на безпекові ризики, пов'язані з оголошенням повітряної тривоги й іншими факторами (наприклад, відключення електроенергії, пошкодження інфраструктури тощо).

Додатковий просторово-часовий аналіз взаємозв'язку між оголошенням повітряної тривоги<sup>58</sup> в областях України та місцями пожеж, зафіксованих службою EFFIS у таких зонах упродовж 555 днів війни, показав, що більшість пожеж сталися під час і в місцях, де оголошувалась повітряна тривога. За цей період повітряну тривогу було оголошено 30 531 раз, зокрема 1230 повітряних тривог, які почалися одного календарного дня і завершилися наступного. Тому з 31 761 пари «місце – календарна доба» для аналізу були використані унікальні комбінації (тобто без урахування повторів, що відображають випадки, коли сповіщення про повітряну тривогу оголошувались кілька разів на добу). Більшість повітряних тривог було оголошено на регіональному рівні, хоча близько п'ятої частини – на рівні окремих населених пунктів.

Врешті для аналізу було використано такі унікальні комбінації:

- 8861 унікальних пар («регіон – календарна доба») для 24 регіонів України;
- 1002 унікальні пари («місце – календарна доба») для 60 населених пунктів України.

Для таких просторово-часових комбінацій ми проаналізували пожежі, зареєстровані службою EFFIS у відповідних регіонах чи містах (зокрема на відстані 1 км від міст) у дні, коли оголошувалась повітряна тривога.

Загальна площа пожеж, зафіксованих у Зоні 1, становила 141 366 га, і 85% площ було охоплено пожежами, що виникли під час повітряних тривог (із загальною площею 120 012 га). Так само, якщо говорити про кількість пожеж, то в зоні 1 майже 83% з них виникали в ті дні, коли оголошувалась повітряна тривога (1806 пожеж із 2188). Лише 382 пожежі площею 21 354 га були зафіксовані в час, коли повітряна тривога не оголошувалась. Ця цифра близька до площі пожеж у Зоні 1 у довоєнний період (24 865 га). Отже, можна припустити, що збільшення випадків і площ пожеж у Зоні 1 пов'язані з війною або з прямими атаками ракетами та дронами чи іншими факторами, що обмежують можливість забезпечити швидке реагування на пожежі (наприклад, зосередження на реагуванні та/або потенційній необхідності реагування на пожежі в населених пунктах, оскільки вони можуть вплинути на життя людей і завдати шкоди інфраструктурі, тоді як більшість пожеж виникають на землях сільськогосподарського призначення і в природних зонах).

Взаємозв'язок між пожежами та повітряною тривогами в інших зонах, природно, менш значущий, оскільки там існують інші ключові причини пожеж.

Території в Зоні 2 насамперед постраждали від збільшення площ лісових пожеж безпосередньо через бойові дії. Лінії фронту, що змінювалися в ході війни, за даними OSINT<sup>59</sup> зображені на рисунку 25. Для нанесення на карту Зони 2 використовувався 12 мильний буфер по обидві сторони змінних ліній фронту.

У Зоні 3, що охоплює окуповані території, вплив війни пояснюється браком ефективних заходів із ліквідації пожеж або навіть випадками, коли окупаційні сили забороняли місцевому населенню реагувати на пожежі в природних екосистемах, а також додатковими впливами внаслідок воєнних дій. Відповідно до положень Конвенції про закони та звичаї сухопутної війни<sup>60</sup> (Гаага, II) (29 липня 1899 р.), ст. 23, 43 і 55, відповідальність за пожежі на окупованих територіях несе країна-окупант.

Аналіз потенційного впливу ударів блискавки на пожежі в природних ландшафтах проводився за підтримки МНС України та Українського гідрометеорологічного інституту з використанням даних українського сегменту мережі Earth Networks Total Lightning Network (UkrENTLN)<sup>61</sup>. Для території України система виявляє блискавки двох типів (хмара-земля та внутрішньохмарні) з точністю просторової локації менше 500 м. На основі кореляційного аналізу автоматично зареєстрованих ударів блискавки на території України та виявлених пожеж визначено 121 удар блискавки, зафіксований у першу добу пожежі – або в межах території пожежі, або на відстані 1 км від її межі. Загалом із усіх пожеж за 555 днів війни 43 пожежі загальною площею 5196 га потенційно могли виникнути внаслідок удару блискавки. Це становить менше 1% від загальної площі та кількості пожеж. Більшість пожеж відбувалось у Зоні 2 (32 пожежі з площею 2877 га), переважно на землях сільськогосподарського призначення та в природних ландшафтах. На

59. <https://liveuamap.com/uk>

60. Laws of War: Laws and Customs of War on Land (Hague II); July 29, 1899, [https://avalon.law.yale.edu/19th\\_century/hague02.asp](https://avalon.law.yale.edu/19th_century/hague02.asp)

61. Український сегмент системи грозопеленгації ENTNLN, <https://uhmj.org.ua/index.php/journal/article/view/89/87>

окупованих територіях (Зона 3) було виявлено 7 таких пожеж із площею 615 га. Отже, загальний вплив ударів блискавки на пожежі є незначним, однак війна також впливає на заходи реагування на такі пожежі, як на підконтрольних уряду територіях, так і на окупованих територіях, де окупаційні сили практично не проводили заходів реагування на пожежі.

## Викиди від пожеж

Загальну методологію для оцінки викидів окремих ПГ для будь-якого типу пожеж надає МГЕЗК<sup>62</sup>:

- $L_{\text{fire}} = A \cdot M_B \cdot C_f \cdot G_{\text{ef}} \cdot 10^{-3}$ , де:
- $L_{\text{fire}}$  – обсяг викидів ПГ від пожежі, та кожного ПГ (наприклад,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ );
- $A$  – площа пожеж, га;
- $M_B$  – маса палива, доступного для горіння, т/га; це, зокрема, біомаса, підстилка та мертва деревина; але коли використовуються методи рівня 1, то резервуари підстилки та мертвої деревини вважаються нульовими;
- $C_f$  – коефіцієнт горіння, безрозмірний;
- $G_{\text{ef}}$  – коефіцієнт викидів, г/кг згорілої сухої речовини.

Площа, що постраждала від пожеж, була визначена на основі супутникових знімків, наданих відкритими інформаційними системами із запобігання пожежам: американською Пожежною інформацією для системи управління ресурсами (FIRMS) та Європейською інформаційною системою про лісові пожежі (EFFIS). Території пожеж класифіковано за кількома категоріями землекористування, зокрема лісові угіддя, сільськогосподарські угіддя, інші території природного ландшафту, а також забудовані території. Для підвищення точності оцінок площі лісових пожеж проаналізовано з розбивкою за типами лісів (широколистяні, хвойні, мішані) та регіонами, оскільки як тип лісу, так і кліматичні характеристики регіону суттєво впливають на обсяги біомаси, доступної для згорання.

Обсяги палива, доступного для горіння під час лісових пожеж, оцінено за даними про середні запаси стовбурової деревини для кожної області України<sup>63</sup>. Однак біомаса стовбурової деревини становить лише частину загальної біомаси в лісі (приблизно дві третини), тоді як інша біомаса охоплює гілки, листя, пеньки та різноманітну лісову рослинність<sup>64</sup>. Тому обсяг біомаси в лісових насадженнях було переведено в загальний обсяг надземної та підземної біомаси в лісах, у тоннах сухої речовини на гектар, за допомогою підходів, застосованих у національному кадастрі

62. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 2: Generic Methodologies Applicable to Multiple Land-Use Categories, Equation 2.27, <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

63. За даними Ukraine's Greenhouse Gas Inventory 1990-2021, Table A3.3.8. Average stock of forest stands in forests of the State Forest Resources Agency of Ukraine,  $\text{m}^3/\text{ha}$ , p. 490

64. Lakyda P.I., Vasylyshyn R.D., Matushevych L.M., Zibtsev S.V., Wood biomass energetic of Ukrainian forests using in conditions of global climate change, [https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2009/19\\_14/18\\_Lak.pdf](https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2009/19_14/18_Lak.pdf)



викидів ПГ.

Для лісової підстилки застосовано стандартне значення 10 т сухої біомаси відповідно до національного кадастру викидів ПГ<sup>65</sup>. Для верхових пожеж обсяг палива, доступного для спалювання, охоплює як дерева, так і підстилку. Натомість під час слабких низових пожеж припускається, що страждають лише підстилка й трава, а дерева здебільшого залишаються цілими.

Пожежі зазвичай починаються як низові, але можуть переходити на крони, спричиняючи верхові пожежі, якщо їх вчасно не загасити. Оскільки більшість лісових пожеж фіксувалися в зоні активних бойових дій, можливості реагування на них були обмежені. Брак пожежогасіння дозволяє пожежам слабкої та середньої сили переростати у сильні пожежі, що поширюються на великі території через особливості рельєфу, вітру та наявності палива. Крім того, хвойні ліси (75% лісів, які постраждали від пожеж в Україні у 2022 році<sup>66</sup>) є більш вразливими до пожеж і мають більший ризик розвитку верхових пожеж. Додатковий аналіз площ лісових пожеж, для яких температурні аномалії були спочатку ідентифіковані сервісом FIRMS, а потім ці пожежі були векторизовані та нанесені на карту фахівцями сервісу EFFIS на основі супутникових знімків Sentinel, виявив, що понад 85% лісових пожеж можуть класифікуватись як верхові. Пожежі, не виявлені сервісом FIRMS, розглядались як низові, оскільки крона дерев і низький рівень середньохвильового інфрачервоного випромінювання від таких пожеж перешкоджають виявленню пожежі сервісом FIRMS. Утім такий підхід має обмеження, оскільки розподіл площі, ураженої верховими та низовими пожежами, у загальній площі кожної окремої пожежі може дуже відрізнятись і потребує аналізу під час польових досліджень після пожежі.

Коефіцієнт згоряння, що вказує на частку палива, яке фактично згорає під час пожежі, залежить від різних характеристик, як-от погоди, вологості, типу й структури лісу, а також типу пожежі.

Рівень впливу пожежі можна оцінити на основі спектральних показників зі знімків дистанційного моніторингу, зокрема застосувавши диференційований нормалізований коефіцієнт вигорання (delta NBR або dNBR), оскільки ці індекси були розроблені саме для визначення вигорілих ділянок<sup>67</sup>. Через відсутність такого аналізу для постраждалих територій, до верхових пожеж було за замовчуванням застосовано значення частки біомаси, втраченої під час пожеж, на рівні 0,7, як передбачено національним кадастром викидів ПГ<sup>68</sup>.

65. Ukraine's Greenhouse Gas Inventory 1990-2021, <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventoriesannex-i-parties/national-inventory-submissions-2023>

66. На основі даних EFFIS (див. Advance Report on Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2022, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC133215>), 75% лісових угідь, які постраждали від пожеж в Україні у 2022 році, становили хвойні ліси, 21% – широколистяні, 4% – мішані ліси

67. Normalized Burn Ratio (NBR), <https://un-spider.org/advisory-support/recommended-practices/recommended-practice-burn-severity/in-detail/normalized-burn-ratio>

68. Ukraine's Greenhouse Gas Inventory 1990-2021, <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/national-inventory-submissions-2023>

Припущення рівня 1 полягає в тому, що вся втрачена біомаса призводить до викидів у рік пошкодження (тобто в рік пожежі). Проте на практиці така втрата біомаси відбувається з часом через поступову деградацію лісів і загибель уражених дерев, вирубки пошкоджених дерев і розпад біомаси.

Викиди від пожеж також охоплюють інші парникові гази або прекурсори парникових газів, які виникають внаслідок неповного згоряння палива. До них належать оксид вуглецю (CO), метан (CH<sub>4</sub>), неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС) і оксиди азоту (наприклад, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>)<sup>69</sup>.

Для розрахунку викидів ПГ від пожеж були використані коефіцієнти викидів за замовчуванням, надані МГЕЗК для всіх основних ПГ<sup>70</sup>:

- CO<sub>2</sub> – 1569 г/кг згорілої сухої речовини;
- CH<sub>4</sub> – 4,7 г/кг згорілої сухої речовини;
- N<sub>2</sub>O – 0,26 г/кг згорілої сухої речовини.

Кінцеві коефіцієнти викидів у тоннах CO<sub>2</sub> екв. на гектар землі, що постраждала від пожеж, для різних категорій земель представлені в таблиці 27 нижче.

Категорія землі та тип пожежі	Коефіцієнт викидів, тонн CO <sub>2</sub> екв./га	Джерело інформації
Ліси – верхові пожежі	Див. регіональні дані у таблиці нижче	Національний центр обліку викидів ПГ. Розраховано на основі положень
Ліси – низові пожежі	17.6	Керівних принципів МГЕЗК 2006 року щодо національних інвентаризацій парникових газів, кадастру парникових газів України та описаних вище припущень.
Земля с.г. призначення	11.3	
Інша природна територія/ландшафт	7	
Забудовані території	792	Методика розрахунку неорганізованих викидів забруднюючих речовин або суміші таких речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану та визначення розмірів завданої шкоди <sup>71</sup> .  Методика пропонує коефіцієнт викидів 2,64 тонн CO <sub>2</sub> екв. на тонну матеріалу та приклад торгового центру з вмістом горючих матеріалів 0,03 тонни/м <sup>2</sup> (300 тонн/га).

Таблиця 27. Коефіцієнти викидів для різних категорій земель та пожеж

69. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 2: Generic Methodologies Applicable to Multiple Land-Use Categories, <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

70. Table 2.5 (all other forest types), 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 2: Generic Methodologies Applicable to Multiple Land-Use Categories, <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

71. «Методика розрахунку неорганізованих викидів забруднюючих речовин або суміші таких речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану та визначення розмірів завданої шкоди», затверджена наказом Міністерств захисту довкілля та природних ресурсів України від 13 квітня 2022 № 175, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0433-22#Text>

Розрахункові коефіцієнти викидів для хвойних і листяних лісів у кожній області України представлені в таблиці нижче. Для змішаних лісів застосовано середнє значення.

Регіон	Коефіцієнт викидів для верхових пожеж, тонн CO <sub>2</sub> екв./га	
	Хвойні ліси	Листяні ліси
Україна (середнє)	323.3	263.5
АР Крим	209.3	192.6
Вінницька	314.5	293.4
Волинська	308.9	217.0
Дніпропетровська	330.0	214.8
Донецька	249.1	193.7
Житомирська	300.1	227.0
Закарпатська	414.2	382.0
Запорізька	165.0	98.5
Івано-Франківська	399.8	321.1
Київська	346.6	263.5
Кіровоградська	262.4	225.9
Луганська	241.4	183.8
Львівська	342.2	317.8
Миколаївська	179.3	115.1
Одеська	170.5	184.9
Полтавська	305.6	262.4
Рівненська	249.1	189.3
Сумська	395.3	315.6
Тернопільська	334.4	265.7
Харківська	355.5	292.3
Херсонська	196.0	111.8
Хмельницька	330.0	259.1
Черкаська	353.2	285.7
Чернівецька	332.2	284.6
Чернігівська	387.6	272.4
м. Київ	346.6	263.5
м. Севастополь	155.0	155.0

Таблиця 28. Регіональні коефіцієнти викидів для верхових пожеж<sup>72</sup>

Можливості для більш детального аналізу територій, що постраждали від пожеж, будуть розглянуті в майбутніх оціночних звітах (зокрема, розбивка на верхові та низові пожежі, оцінка обсягів горючих матеріалів для пожеж у населених пунктах тощо).

72. Розраховано на основі інформації, представленої в Ukraine's Greenhouse Gas Inventory 1990-2021, Table A3.3.8. Average stock of forest stands in forests of the State Forest Resources Agency of Ukraine, m<sup>3</sup>/ha, p. 490

# А3. БІЖЕНЦІ ТА ВПО

## Види транспорту

Використання видів транспорту оцінювалося з урахуванням стандартизованих припущень. Було зроблено припущення, що для міжнародних поїздок у кожну країну призначення використовувалось поєднання не більше ніж двох із наведених нижче видів транспорту:

- Автомобіль на бензині, 4 пасажери
- Національні залізниці
- Автобус
- Внутрішній рейс (= близькомагістральний рейс, вузькофюзеляжні літаки)
- Далекомагістральний переліт, економічний (широкофюзеляжний літак)

Вибір виду транспорту визначався відстанню до України та доступністю відповідного виду транспорту. Ми зробили припущення, що в багатьох випадках перша половина подорожі здійснювалась за допомогою автомобіля на бензині. Для другої половини подорожі ми використали наступні припущення:

- Для сусідніх із Україною країн: автомобіль на бензині, 4 пасажери
- Для країн Північно-Західної Європи: національні залізниці
- Для країн Південної Європи, Північної Європи, Балтії, Кавказу та острівних держав: внутрішній рейс
- Для США, Канади та Австралії: далекомагістральний переліт, весь шлях
- Для Росії та Білорусі: автобус, весь шлях

Ми не робили різниці між типами автомобілів, видами пального чи місткістю.

## Викиди CO<sub>2</sub> на людину-кілометр для кожного з цих видів транспорту

Для оцінки викидів CO<sub>2</sub> на людину-кілометр ми використали дані за 2019 рік, опубліковані Департаментом бізнесу, енергетики та промислової стратегії Сполученого Королівства «Звітність щодо парникових газів: коефіцієнти перерахунку за 2019 рік»<sup>73</sup>. Залежно від країни ці коефіцієнти можуть дещо відрізнятися.

73. <https://ourworldindata.org/grapher/co2-transport-mode>

# А4. Відбудова

Визначення коефіцієнта викидів вуглецю (КВВ) для різних об'єктів є фундаментальною складовою методології визначення викидів, пов'язаних із відбудовою.

Відповідно до методу оцінки «вуглецевого сліду» матеріалів, усі викиди, як прямі, так і непрямі, оцінюються протягом усього життєвого циклу об'єкта, за винятком, однак, експлуатаційних викидів. Так, у випадку будівель, експлуатаційні викиди охоплюють викиди від опалення, тоді як для транспортних засобів вони охоплюють бензин, дизельне паливо або електроенергію.

## Будівлі

Життєвий цикл для будівель, згідно з EN-15978, охоплює наступні етапи:

<b>ЕТАП ПРОДУКТУ</b>	Постачання сировини	<b>A1</b>
	Транспортування	<b>A2</b>
	Виробництво	<b>A3</b>
<b>ЕТАП БУДІВНИЦТВА</b>	Транспортування на будівельний майданчик	<b>A4</b>
	Монтаж будівлі	<b>A5</b>
<b>ЕТАП ВИКОРИСТАННЯ</b>	Використання/застосування	<b>B1</b>
	Обслуговування	<b>B2</b>
	Ремонт	<b>B3</b>
	Заміна	<b>B4</b>
	Модернізація	<b>B5</b>
	Експлуатаційне використання енергії	<b>B6</b>
	Експлуатаційне водокористування	<b>B7</b>
<b>ЕТАП ЗАКІНЧЕННЯ ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ</b>	Демонтаж/знесення	<b>C1</b>
	Транспортування	<b>C2</b>
	Перероблення відходів	<b>C3</b>
	Утилізація	<b>C4</b>

Таблиця 29. Етапи життєвого циклу будівель

Оцінка «вуглецевого сліду» охоплює етапи А1-А3, А4-А5, В4-В5 і С1-С4. У цьому оцінюванні ми розглядаємо лише додаткові викиди ПГ, тобто викиди, яких не було б за відсутності війни. Тому етапи В4-В5 не беруться до уваги, оскільки заміна та модернізація будівель також відбувалася б щодо пошкоджених або зруйнованих будівель у мирний час. Спочатку реалізуються етапи закінчення терміну експлуатації С1-С3 зі знесенням будівлі, після яких здійснюються етапи реконструкції А1-А3 і А4-А5. Експлуатаційні викиди вуглецю на етапах використання В1-В3 і В6-В7 також не враховуються, оскільки вони мають місце і в наявних будівлях.

Для відображення найновішої будівельної практики, що застосовується у регіоні для визначення «вуглецевого сліду» будівель, була використана база даних One Click LCA<sup>74</sup> – програмне забезпечення для проведення оцінки життєвого циклу (ОЖЦ) будівель. Ця база даних містить ОЖЦ нещодавно спроектованих будівель різних типів у різних країнах. Із цієї бази даних для розрахунку середнього КВВ були відібрані ОЖЦ, здійснені в 16 країнах Центральної та Східної Європи за останні три роки. Залежно від типу будівлі, середнє значення базувалося на 4–100 проєктах будівель.

ТИП БУДІВЛІ	КВВ (кг CO <sub>2</sub> екв./м <sup>2</sup> )
Багатоквартирні будинки	408
Будівлі у сфері культури	295
Будівлі у сфері освіти	419
Готелі та подібні будівлі	401
Промислово-виробничі будівлі	398
Офісні будівлі	379
Будівлі роздрібної та оптової торгівлі	401
Склади	305

Таблиця 30. Коефіцієнт викидів вуглецю для кожного типу будівлі за етапами життєвого циклу А1-А3, А4-А5 і С1-С4

Середній розмір кожної будівлі було надано КСЕ (у м<sup>2</sup>/одиниця), а потім помножено на відповідний коефіцієнт викидів вуглецю (у тоннах CO<sub>2</sub> екв./м<sup>2</sup>), щоб отримати «вуглецевий слід» об'єкта (тонн CO<sub>2</sub> екв. /одиницю).

74. One Click LCA website: <https://www.oneclicklca.com>

## Транспорт та інфраструктура

У категорії «Транспорт та інфраструктура» значну частку збитків становлять пошкоджені дороги. Дослідження 2022 року оцінило викиди різних типів доріг впродовж життєвого циклу<sup>75</sup>. Більшість доріг в Україні односмугові, без роздільної смуги, і до уваги береться лише етап будівництва, оскільки викиди від експлуатації та обслуговування доріг відбуватимуться і для наявних доріг. Для односмугової дороги «вуглецевий слід» становить до 711 кг CO<sub>2</sub> екв. на кілометр дороги. KSE класифікувала всі дороги як пошкоджені, а не зруйновані, тому використовується лише третина коефіцієнта викидів від будівництва, подібно до категорії «Будівлі». Ймовірно, це консервативна оцінка, оскільки впродовж місяців бойові дії завдають дорогам значної шкоди.

Асфальтове покриття	Трисмугова дорога з роздільною смугою	Двосмугова дорога з роздільною смугою	Односмугова дорога без роздільної смуги
	тонн CO <sub>2</sub> екв. на функціональну одиницю		
Виробництво матеріалів	1,711	1,433	591.5
Транспортування матеріалів	313	201.3	100.7
Будівництво	70	37.6	18.8
Експлуатація доріг (лише освітлення) (40 років)	406.1	268.7	132.6
Обслуговування (40 років)	158.8	73.5	36.6
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИКИДИ</b>	<b>2,658.9</b>	<b>2,014.1</b>	<b>880.3</b>

Таблиця 31: «Вуглецевий слід» для різних підсистем асфальтового покриття впродовж орієнтовного періоду часу в 40 років

Для легкових транспортних засобів існують додаткові дослідження<sup>76</sup> для визначення «вуглецевого сліду». Для цілей цього дослідження ми взяли нижню межу оцінки на рівні 5,6 тонн CO<sub>2</sub> екв./транспортний засіб. У цій категорії також є інші види транспортних засобів, як-от тролейбуси, трамваї, автобуси та сільськогосподарська техніка. Коефіцієнт «вуглецевого сліду» для пасажирських транспортних засобів використовувався як точка відліку, а інші коефіцієнти були встановлені відносно середньої ваги інших транспортних засобів порівняно з пасажирським транспортним засобом. Звіт KSE не відокремлює пошкоджені та знищені транспортні засоби, тому використовувався середній коефіцієнт коригування 67%, оскільки деякі транспортні засоби можна відремонтувати.

## Промисловість і комунальні послуги

Для категорії промисловості та комунальних послуг коефіцієнтів «вуглецевого сліду» немає та/або інформація агрегується на такому високому рівні, що виокремити різні типи техніки неможливо. Для цієї категорії використовуються коефіцієнти

75. Lokesh, K., Densley-Tingley, D. and Marsden, G. (2022), Measuring Road Infrastructure Carbon: A 'critical' in transport's journey to net-zero, Leeds: Decarbon8 Research Network, <https://decarbon8.org.uk/wp-content/uploads/sites/59/2022/02/Measuring-Road-Infrastructure-Carbon.pdf>

76. <https://www.hotcars.com/the-truth-about-the-carbon-footprint-of-a-new-car-that-no-ones-talking-about/>

викидів, що базуються на витратах, на основі екологічно розширеного аналізу витрат і результатів (Environmentally Extended Input Output – EEIO). Ці коефіцієнти відображають обсяги викидів вуглецю внаслідок купівлі певного товару чи послуги за певну вартість (тонн CO<sub>2</sub> екв./дол. США). Оскільки KSE розглядає збитки як відновну вартість, цей підхід застосовний до її даних. В ідеалі ці коефіцієнти на основі витрат мають визначатися на рівні країни, проте, на жаль, для України коефіцієнти недоступні. Натомість ми використовували коефіцієнти викидів на основі витрат для Сполученого Королівства<sup>77</sup>. Для перевірки підхід, що базується на витратах, також було застосовано до категорії будівель, а відповідні загальні викиди можна було порівняти із викидами, розрахованими за допомогою коефіцієнтів «вуглецевого сліду».

77. UK Department for Environment, Food & Rural Affairs, Conversion factors by SIC code 2019, updating Table 13, <https://www.gov.uk/government/statistics/uks-carbon-footprint>