ПОСІБНИК З ОЦІНКИ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ, ПОВ'ЯЗАНИХ ІЗ КОНФЛІКТАМИ

Листопад 2024 року

Версія 1.0

Initiative on GHG accounting of war

АВТОРИ

Ленард де Клерк, Микола Шлапак, Ігор Онопчук

Подяки

Автори висловлюють подяку Обсерваторії конфліктів і довкілля (CEOBS), Центру екологічних ініціатив «Екодія», Європейському кліматичному фонду (ECF) і Міжнародній кліматичній ініціативі (IKI) за підтримку та допомогу. Погляди, висновки та рекомендації належать авторам цього звіту і не відображають позицію CEOBS, Екодії, ECF, IKI та/або Федерального міністерства економіки та захисту клімату Німеччини. Відповідальність за зміст несуть виключно автори цього звіту.

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.

Контакти:

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

Графічний дизайнер: Даша Курінна

ПРЕАМБУЛА

Щоб у майбутньому потепління не перевищувало 1,5°C, ми маємо працювати з усіма джерелами викидів парникових газів (ПГ), досягаючи «нульового» рівня викидів. Військовий сектор відповідальний за приблизно 5,5% щорічних викидів ПГ[1], а найновіша Оцінка зміни клімату та впливу на безпеку[2], здійснена НАТО, визначила військові конфлікти як вагомий рушійний фактор зміни клімату та шкоди довкіллю. Однак викиди, спричинені військовою діяльністю та конфліктами, часто відсутні або не враховуються в обліку ПГ, що призводить до прогалин у прогнозуванні глобального клімату та відповідних політичних діях. Цей посібник прагне підвищити рівень прозорості, пропонуючи спеціальний методологічний інструмент для оцінки основних джерел викидів, зумовлених збройними конфліктами.

Наразі досліджень, які структуровано та комплексно оцінюють викиди від збройних конфліктів, дуже бракує. Одним із прикладів є оцінка викидів викопного палива, що використовувалось армією США під час війни з тероризмом в Іраку та Афганістані з 2001 по 2018 рік[3]. Інше дослідження, опубліковане в червні 2022 року, узагальнює якісні та кількісні джерела викидів від конфліктів[4]. Найповніша на сьогодні оцінка — чотири оцінювання[5], здійснені після повномасштабного вторгнення Росії в Україну, найбільшого збройного конфлікту на території Європи з часів Другої світової війни. Війна в Україні спричинила різноманітні пов'язані з військовими діями викиди, водночас надаючи цінну інформацію, що може бути застосована і до інших конфліктів. Цей посібник базується на отриманих у цьому контексті уроках, а також на нових дослідженнях, узагальнюючи їх для ширшого застосування.

Окрім прямих викидів внаслідок військових конфліктів, їх вплив може охоплювати глибокі та далекосяжні наслідки. Так, широкомасштабні конфлікти здатні дестабілізувати регіональну або глобальну безпеку, стимулюючи нарощування військових сил. Конфлікти також можуть змінювати пріоритети розвитку країни, залишаючи менше ресурсів для зеленого переходу чи сталого розвитку або знижуючи увагу до них. Цей посібник зосереджується виключно на прямих і непрямих наслідках конфліктів — до, під час і після їх існування, — тоді як ширші наслідки, як-от економічний спад внаслідок конфлікту або посилення озброєння у менш безпечному світі, поки що виходять за межі його уваги.

Посібник не вказує, як пов'язані з конфліктом викиди слід інтегрувати в наявні системи, наприклад РКЗК ООН, а також не розглядає питання відповідальності за ці викиди. Однак його застосування для аналізу конкретних конфліктів може допомогти обґрунтувати питання відповідальності за викиди, пов'язані з конфліктом, і висвітлити потенційні розбіжності між зареєстрованими та фактичними викидами в певній географічній зоні. У довгостроковій перспективі цей посібник може забезпечити необхідну прозорість і послідовність для визначення відповідальності за конкретні викиди, пов'язані з конфліктами.

1. Estimating the military's global greenhouse gas emissions. SGR/CEOBS. November 2022.
2. Secretary General's annual Climate Change and Security Impact Assessment (p. 28). NATO. July 2024
3. Pentagon Fuel Use, Climate Change, and the Costs of War. Watson Institute. November 2019.
4. Military and conflict-related emissions: Kyoto to Glasgow and beyond. Perspectives. June 2022
5. Climate Damage caused by Russia's war in Ukraine. Initiative on GHG accounting of war. June 2024

ЗМІСТ

ПРЕАМБУЛА 3

1. ВСТУП 5

2. ТЕРМІНОЛОГІЯ 7

3. СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ 9

3.1. Загальний опис змісту посібника 9

3.2. Часові рамки 9

3.3. Географічні межі 11

3.4. Прямі та непрямі викиди 13

3.5. Враховані парникові гази 15

3.6. Потенціал глобального потепління 15

3.7. Методологічний підхід 15

3.8. Категорії впливу 16

4. КЕРІВНІ ПРИНЦИПИ 17

5. АТРИБУЦІЯ 18

6. ПІДХОДИ ДО ЗБОРУ ДАНИХ 19

7. МЕТОДОЛОГІЯ 21

7.1. Витрати палива на бойові дії 21

7.2. Використання боєприпасів 24

7.3. Виробництво військової техніки 26

7.4. Будівництво фортифікаційних споруд 28

7.5. Пошкодження енергетичної інфраструктури 31

7.6. Пожежі в будівлях та спорудах 34

7.7. Ландшафтні пожежі 37

7.8. Переміщення біженців та ВПО 41

7.9. Цивільна авіація 43

7.10. Порушення ланцюгів постачання 47

7.11. Відбудова 52

8. СТРУКТУРА ЗВІТНОСТІ 60

1. ВСТУП

Світ ніколи не мав тривалого періоду часу без збройних конфліктів. Хоча їх частота та інтенсивність змінюється, вони відбуваються на всіх континентах. Як і будь-яка людська діяльність у суспільстві, залежному від викопного палива, конфлікти сприяють антропогенним викидам ПГ. Попри поширеність конфліктів, розуміння їхнього впливу на викиди ПГ вкрай обмежене, не кажучи вже про кількісну оцінку цих викидів (так званих «викидів від конфліктів»). Наявні системи обліку викидів вуглецю та відповідні організації, як-от РКЗК ООН, МГЕЗК і Протокол про викиди парникових газів, поки що розглядали викиди від конфліктів недостатньо, якщо взагалі це робили.

Браку звітності про викиди від конфліктів сприяють декілька факторів. По-перше, з міркувань безпеки військова діяльність здебільшого приховується, і часто вона відбувається за межами географічних кордонів держав, які приймають у ній участь. І Кіотський протокол, і Паризька угода містять винятки щодо певних військових викидів. У випадку міждержавних конфліктів часто незрозуміло, хто несе відповідальність за звітність про викиди ПГ, і агресори, які стверджують, що ведуть справедливу війну, можуть не хотіти, щоб екологічна шкода була задокументована. «Туман війни» ще більше ускладнює точний збір даних, оскільки ворогуючі сторони можуть навмисно надавати неправдиву інформацію, а конфлікти можуть порушувати системи збору даних або робити такі зусилля низькопріоритетними.

Викиди від конфліктів можуть мати різні джерела. Найбільш очевидними є ті, що безпосередньо пов'язані з бойовими діями, наприклад споживання викопного палива військовою технікою, яке за відсутності конфлікту або не відбулося б, або відбулося б у значно менших обсягах. Крім того, конфлікти можуть посилювати наявні джерела викидів порівняно зі сценарієм без конфліктів, приміром збільшувати кількість та інтенсивність лісових та інших ландшафтних пожеж. Хоча деякі джерела викидів можуть не бути нульовими за відсутності конфлікту, важливо атрибутувати частину цих викидів до самого конфлікту. Така атрибуція вирізняє оцінку викидів від конфліктів від створення національних кадастрів, які обліковують усі викиди, що виникають у певній географічній зоні, незалежно від їх причини.

Для точного обліку викидів від конфлікту необхідно встановити чітку дату початку та закінчення конфлікту. Часто це складно зробити, оскільки конфлікту високої інтенсивності може передувати період бойових дій низької інтенсивності. Також після інтенсивної фази може відбутися замороження конфлікту, при цьому триватиме окупація і навіть може статися анексія територій. Крім того, коли конфлікт формально завершився, значні викиди може спричинити відбудова. Ці фактори ускладнюють визначення точних часових рамок для оцінки пов'язаних із конфліктом викидів, які має на меті розглянути цей посібник.

Хоча конфлікт зазвичай обмежується фізичними кордонами, де відбуваються бойові дії, його вплив — зокрема, на викиди — часто поширюється далеко за межі безпосередньої зони конфлікту. Ці транскордонні наслідки можуть бути суттєвими, оскільки конфлікти здатні порушувати транспортні мережі та переривати енергетичні потоки, призводячи до масштабніших регіональних або навіть глобальних наслідків.

Оскільки обсяги викидів ПГ не можна виміряти безпосередньо, а скоріше отримати і розрахувати їх на основі різних показників, надійний збір даних завжди важливий у процесі визначення вуглецевих викидів. Однак конфлікти можуть серйозно перешкоджати цьому

процесу, обмежуючи доступ до даних, засекречуючи певну важливу військову інформацію або навіть спричиняючи збій систем збору даних для статистичних цілей.

Цей документ містить вказівки щодо оцінки викидів від конфліктів і пропонує систему оцінювання усіх аспектів конфліктів, як описано вище, щоб кількісно визначити вплив на викиди. Враховуючи складність конфліктів і широкий діапазон впливів, які вони спричиняють, цей посібник не може проаналізувати кожен аспект впливу. Тому цей документ слід розглядати як «живий», такий, що зазнаватиме постійних оновлень і вдосконалень.

Цей посібник охоплює ті впливи, які суттєво корелюють з конфліктом, є вагомими з точки зору викидів та/або для яких доступні дослідження. З набуттям досвіду ми можемо додавати до посібника інші впливи, наприклад ті, які менш пов'язані з конфліктом або охоплюють триваліший період. Відповідно цей посібник можна постійно вдосконалювати.

2. ТЕРМІНОЛОГІЯ

Атрибуція: процес визначення причини або джерела зміни викидів ПГ і, в контексті цього посібника, визначення того, чи пов'язана причина з конфліктом, чи ні.

Викиди ПГ, пов'язані з конфліктами: викиди ПГ, які прямо чи опосередковано спричинені збройними конфліктами, війнами чи іншими формами насильницької боротьби. Викиди, пов'язані з конфліктами, можна розподілити на ті, що відбуваються до, під час і після конфліктів.

Військові викиди: викиди ПГ в атмосферу через військові дії. Ці викиди утворюються внаслідок різних операцій, зокрема використання військових транспортних засобів (як-от танки, літаки та кораблі), виробництва та технічного обслуговування зброї та техніки, споживання енергії на військових базах і матеріально-технічного забезпечення, пов'язаного з військовими операціями.

«Вуглецевий слід»: викиди ПГ, що утворюються під час виробництва товарів (наприклад, боєприпасів, військової техніки), починаючи від видобутку сировини до виробництва та кінцевої доставки.

Географічні межі: фізичні або територіальні межі, в яких відбувається конфлікт. Цей кордон визначає конкретну географічну територію, на яку впливає конфлікт, зокрема зони безпосередніх військових дій, райони окупації або регіони, на які впливає діяльність, пов'язана з конфліктом, зокрема видобуток ресурсів, шкода довкіллю або переміщення населення.

Загальна площа підлоги: загальна площа всередині огороджувальної конструкції будівлі, виміряна до зовнішніх стін, що охоплює площу усієї підлоги, але не дахів.

Збройний конфлікт: ситуація тривалого та організованого насильства між двома або більше групами, зазвичай за участю держав, урядів або організованих недержавних суб'єктів, як-от повстанські групи чи ополчення. Збройні конфлікти можуть відбуватися в межах однієї країни (громадянська війна) або між країнами (міжнародний конфлікт) і характеризуються застосуванням військової сили, зброї та бойовими діями.

Категорія впливу: класифікація, яка використовується для групування ефектів на основі типу пошкодження або впливу, спричиненого конфліктом.

Коефіцієнт викидів (КВ): коефіцієнт, що використовується для оцінки обсягів викидів ПГ на одиницю діяльності.

Ландшафтні пожежі: неконтрольоване або контрольоване горіння біомаси, що відбувається в природних ландшафтах, які охоплюють різноманітні середовища, як-от ліси, чагарники, луки, пасовища та сільськогосподарські угіддя.

Парникові гази (ПГ): атмосферні гази, які затримують відбите теплове випромінювання, створюючи «парниковий ефект», який нагріває поверхню Землі. Основні парникові гази — вуглекислий газ (CO_2), метан (CH_4), оксид азоту (N_2O) і фторовані гази.

Потенціал глобального потепління (GWP): кумулятивний радіаційний вплив парникового газу за вибраний часовий проміжок порівняно з CO_2. Він кількісно визначає, скільки тепла газ може утримувати в атмосфері порівняно з вуглекислим газом (CO_2), якому присвоєно значення 1 (GWP=1).

Природні порушення: відносно дискретні в часі події, які порушують структуру екосистеми, громади чи популяції, що призводить до змін у ресурсах, доступності сировини або фізичному середовищі. Ці порушення можуть виникати через різні природні причини, приміром погодні явища, геологічні процеси та біологічну взаємодію (пожежі, повені, урагани, масове розмноження комах, виверження вулканів тощо).

Розвідка на основі відкритих джерел (Open Source Intelligence, OSINT): збір, аналіз і використання загальнодоступної інформації з відкритих джерел. Ці джерела можуть містити все, що є у вільному доступі, як-от новинні статті та звіти медіа, соціальні мережі та публічні форуми, державні публікації та публічні записи, наукові статті та дослідження, супутникові знімки та геопросторові дані, а також вебсайти та блоги.

Нижча теплотворна здатність (НТЗ): обсяг теплової енергії, що виділяється під час повного згоряння палива, за винятком тепла, яке поглинається у ході випаровування води, утвореної у процесі згоряння. Це критичний показник в оцінці енергетичного вмісту палива.

3. СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

3.1. Загальний опис змісту посібника

Цей документ містить пропозиції щодо оцінювання обсягу викидів ПГ внаслідок збройних конфліктів. Він охоплює всі аспекти, важливі для таких оцінювань, і його засадничі принципи подібні до обліку викидів для проєктів. Тоді як проєкти загалом спрямовані на скорочення викидів від певного базового рівня, викиди від конфліктів зазвичай призводять до зростання викидів.

З огляду на спільні риси обліку викидів на основі проєктів або Протоколу ПГ, цей посібник розглядає подібні елементи, як-от географічні межі, часові рамки та збір даних. Замість проєктування базових сценаріїв, у контексті викидів від конфліктів ми використовуємо принцип атрибуції викидів.

Для кожного релевантного чинника викидів (далі — «категорія впливу») пропонується набір рекомендацій. Приклади минулих або сучасних конфліктів подаються у вставках, щоб показати, як цей посібник можна застосувати на практиці.

3.2. Часові рамки

Пов'язані з конфліктом викиди ПГ можуть бути атрибутовані до відповідного часу виникнення в межах конфлікту як:

ДОКОНФЛІКТНІ ВИКИДИ:
викиди, що виникли до дати початку конфлікту

ВИКИДИ ВІД КОНФЛІКТУ:
викиди, що виникли під час конфлікту

ПОСТКОНФЛІКТНІ ВИКИДИ:
викиди, що виникли після конфлікту

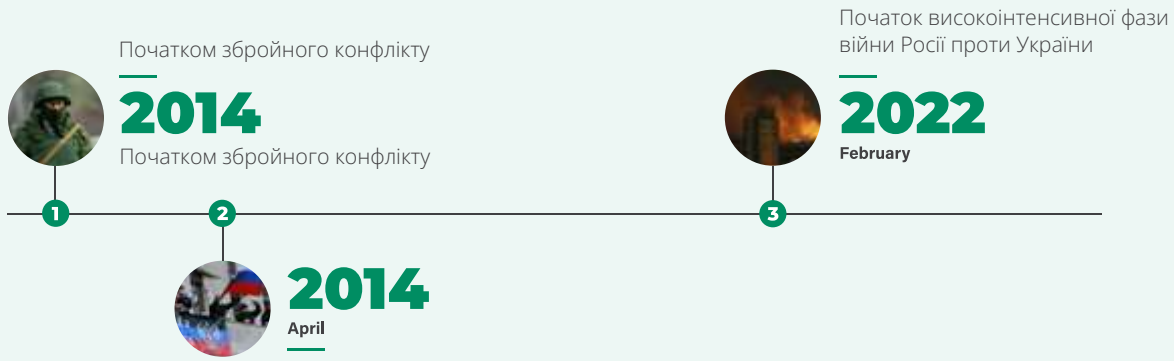
Встановлення чітких часових рамок важливе для розрізнення доконфліктних викидів, викидів від конфлікту і постконфліктних викидів, а також прямих і непрямих викидів. Проте це завдання може бути складним з огляду на неоднакові обставини різних конфліктів.

Дата початку збройного конфлікту зазвичай чітко визначена і характеризується стрімкими військовими маневрами та широким застосуванням зброї. Ці два фактори здебільшого вважаються найважливішими показниками початку відкритого збройного конфлікту.

Хоча цей посібник фокусується на оцінюванні викидів ПГ, пов'язаних зі збройними конфліктами, бувають випадки, коли «холодні» або «низькоінтенсивні» фази переходять у «гарячі» або «високоінтенсивні» фази. Відповідно рекомендується чітко документувати й обґрунтовувати вибрану дату початку конфлікту.

Повномасштабне вторгнення Російської Федерації в Україну

Високоінтенсивна фаза війни Росії проти України розпочалася 24 лютого 2022 року, коли президент Росії офіційно оголосив про початок повномасштабного вторгнення. Здебільшого цей день визнається датою початку поточного збройного конфлікту. Проте в ширшому контексті витоки конфлікту сягають 2014 року, коли відбулися перші збройні сутички між українською армією та бойовиками без розпізнавальних знаків в Луганській та Донецькій областях. Вже пізніше було з'ясовано, що російські війська були задіяні на різних етапах сутичок. Цей період може вважатись справжнім початком збройного конфлікту. Озираючись ще далі, російські війська — замасковані, без розпізнавальних знаків — окупували Кримський півострів у 2014 році з мінімальним застосуванням сили. Зброя в той час використовувалась для залякування, втім значних збройних сутичок під час цієї операції не зафіксовано. Як наслідок, окупація Криму може розглядатись як початок конфлікту.



Кінцева дата конфлікту в ідеалі має бути визначена як момент, коли збройні сили та військові припиняють значне просування й активне застосування зброї один проти одного. В ідеалі це мало би бути датою підписання мирного договору.

Однак на практиці багато збройних конфліктів по всьому світу завершуються без формальних мирних договорів або з порушенням цих договорів. Тому вкрай важливо, щоб користувачі цього посібника чітко визначали, що вони вважають датою завершення конфлікту та могли обґрунтувати своє рішення.

Корейська війна

Після Другої світової війни Корея пережила громадянську війну — за підтримки Китайської народної республіки та Радянського Союзу з одного боку та сил ООН з іншого. «Гаряча» фаза конфлікту завершилась підписанням Корейської угоди про перемир'я. Попри зусилля, фінальної мирної угоди так і не було досягнуто, хоча нині й не відбувається повномасштабних військових маневрів або широкого застосування зброї між Корейською народною демократичною республікою (КНДР) та Республікою Корея (РК).

Звіти, що надають оцінку викидів, пов'язаних із конфліктом, повинні чітко визначати дату початку та кінця конфлікту (де це можливо), щоб забезпечити прозорість та краще розуміння такого оцінювання.

3.3 Географічні межі

Необхідно чітко визначити географічні межі конфлікту. Окреслення цих меж допоможе розрізняти впливи, що прямо пов'язані з конфліктом і такі, що виходять за його межі (транскордонні впливи). Географічна межа охоплює фізичну територію, на яку поширюються впливи конфлікту, а не місце, де виникають зумовлені ними викиди.

Будь-яке окреслення меж повинно містити чітке пояснення критеріїв та обставин, врахованих у цьому процесі. Для формування меж можна використати такі рекомендації та критерії:

- Межа конфлікту повинна охоплювати всі основні впливи, що можуть бути пов'язані з конфліктом.
- Рекомендується максимально використовувати адміністративні межі, навіть якщо при цьому будуть включені території, що зазнали незначного впливу конфлікту. Збір даних зазвичай відбувається на основі адміністративного поділу, тож такий підхід посилить прозорість джерел даних.
- Де це доцільно, використовуйте державні кордони, коли конфлікт стосується території однієї країни. Для більших країн можна обмежитися конкретними регіонами або районами.
- У випадку конфліктів, що охоплюють дві або більше країн, застосовуйте поєднання державних кордонів. Для великих країн межі так само можуть бути прив'язані до конкретних регіонів або районів.
- Якщо використовувати державні або регіональні кордони недоцільно, для окреслення зони конфлікту можна застосувати природні межі, як-от гори, річки або інші географічні об'єкти.
- Розширюйте державні кордони, щоб включити територіальні води (12-мильна зона), де це доцільно. Можна враховувати акваторії за межами 12 морських миль, наприклад території виключної економічної зони (до 200 миль від берега), а в деяких випадках навіть більше.

Конкретні рекомендації подано для кожної категорії впливу.

Конфлікт у Газі

Війна у Газі розпочалася 7 жовтня 2023 року, коли бойовики Хамасу напали на Ізраїль, що призвело до військової відповіді Ізраїлю у вигляді вторгнення у Сектор Газа. Відповідно географічні межі цього конфлікту повністю охоплюють Газу. Оскільки збройні сили Ізраїлю здійснюють військові операції проти Хамасу з Ізраїлю, необхідно також включати всю територію Ізраїлю, зокрема окупований Західний берег. Конфлікт посилив напругу і між Ізраїлем та бойовиками Хезболи, що знаходяться в Лівані, тобто географічні межі можуть бути розширені й охоплювати південь Лівану або й всю його територію. Географічні межі також значно розширились через ракетні атаки між Іраном та Ізраїлем. Крім того, хуситські повстанці на сході Ємена відповіли атаками на судна в Червоному морі, чим можна обґрунтувати розширення межі конфлікту на прибережні райони Ємена, принаймні в межах досяжності хуситів.

Використання боєприпасів

Великі збройні конфлікти потребують великої кількості боєприпасів, які використовуються в зоні бойових дій. Деякі або всі боєприпаси можуть вироблятися за межами зони конфлікту, і викиди відбуваються також за її межами. Втім не обов'язково розширювати межі конфлікту на території, де *виробляються* боєприпаси.

3.4 Прямі та непрямі викиди

Пов'язані з конфліктом викиди ПГ можуть категоризуватися як такі, що прямо чи непрямо спричинені конфліктом. Користуючись підходом для обліку корпоративних викидів ПГ, як описано в Протоколі ПГ, цей посібник рекомендує класифікувати викиди на основі рівня контролю як основного критерію. У контексті збройних конфліктів «рівень контролю» стосується міри влади політичного та військового керівництва сторін конфлікту над діями, що впливають на виникнення та інтенсивність викидів ПГ. Такий підхід дозволяє розрізняти викиди, що прямо контролюються сторонами конфлікту, і такі, що стаються опосередковано внаслідок їхніх дій.

Прямі викиди внаслідок конфліктів — це викиди ПГ, що виникають через дії, які знаходяться під безпосереднім контролем сторін конфлікту. Ці викиди зазвичай пов'язані з військовими операціями та суміжними бойовими діями, де є чіткий причинно-наслідковий зв'язок між діями та рішеннями політичного та військового керівництва й джерелами викидів.

Непрямі викиди внаслідок конфліктів — викиди ПГ, що виникають через дії, які посилюються військовими операціями та бойовими діями, але не генеруються джерелами, що прямо контролюються сторонами конфлікту, або виникнення й інтенсивність яких не залежать від прямого впливу керівництва цих сторін.

Приклад класифікації прямих і непрямих викидів

Посібник рекомендує використовувати контроль сторін конфлікту над появою та інтенсивністю джерел викидів ПГ як основний критерій для визначення прямих і непрямих викидів, пов'язаних із конфліктом. Однак така класифікація відрізняється від підходу, викладеного в Протоколі про викиди парникових газів. Зокрема, у цьому посібнику вуглецевий слід боєприпасів і військової техніки, а також попередні викиди від виробництва палива, класифікуються як прямі викиди, пов'язані з конфліктом, тоді як згідно з Протоколом вони підпадають під інші непрямі викиди (Обсяг 3).

Інші критерії, як-от розташування в зоні конфлікту, час, коли відбулись викиди у ході конфлікту, та прямий причинно-наслідковий зв'язок між конфліктом і джерелами викидів, можуть бути допоміжними факторами. Однак через складність і специфіку викидів, пов'язаних із конфліктом, ці фактори не повинні бути основою класифікації. Наприклад, викиди ПГ від споживання палива можуть виникати як у зоні конфлікту, так і за її межами (приміром, попередні викиди або викиди від доставки техніки на великі відстані). Так само викиди від виробництва боєприпасів можуть відбуватися в країнах, які не беруть участі в конфлікті, і в різний час — до, під час або після конфлікту.

Категорія впливу	Категорія	Контроль учасниками конфлікту	Розташування в зоні конфлікту	Настання під час конфлікту
Споживання палива військовими	Прямі	Так	Так і ні	Так
Використання боєприпасів	Прямі	Так	Так і ні	Так і ні
Виробництво військової техніки	Прямі	Так	Так і ні	Так і ні
Будівництво фортифікаційних споруд	Прямі	Так	Так	Так
Пошкодження енерге-тичної інфраструктури	Прямі	Так	Так	Так
Пожежі в будівлях та спорудах	Прямі	Так	Так	Так
Ландшафтні пожежі	Прямі	Так (з певними обмеженнями, пов'язаними з майбутніми викидами)	Так	Так і ні
Переміщення біженців та ВПО	Непрямі	Ні (з певними обмеженнями)	Так і ні	Так
Цивільна авіація	Непрямі	Так і ні (через безпекові ризики учасниками, а також іншими сторонами, можуть бути застосовані обмеження)	Так і ні	Так і ні (аби уникнути ризиків, обмеження можуть бути запроваджені до початку конфлікту)
Порушення ланцюгів постачання	Непрямі	Так і ні (через безпекові ризики учасниками, а також іншими сторонами, можуть бути застосовані обмеження)	Так і ні	Так
Відбудова	Непрямі	Ні (хоча масштаби руйнування знаходяться під контролем, відбудова та відповідні викиди залежатимуть передовсім від майбутніх рішень)	Так і ні	Так і ні

Для прямих і непрямих викидів існує причинно-наслідковий зв'язок між конфліктом і джерелами викидів. Однак прямі викиди ПГ, пов'язані з конфліктом, мають більш виразний зв'язок із бойовими діями, і їх легше атрибутувати до самого конфлікту.

3.5. Враховані парникові гази

Посібник охоплює облік і звітність щодо шести парникових газів — вуглекислого газу (CO_2), метану (CH_4), оксиду азоту (N_2O), гідрофторвуглецю (HFC), перфторвуглецю (PFC) і гексафториду сірки (SF_6).

Більшість джерел викидів ПГ під час конфлікту пов'язані насамперед із викидами CO_2 і менше з викидами CH_4 та N_2O, однак інші парникові гази також слід розглядати залежно від обставин (наприклад, викиди SF_6 від руйнування електричного обладнання).

3.6. Потенціал глобального потепління

Щоб обчислити загальні викиди ПГ і відобразити їх в еквіваленті CO_2, слід використовувати загальноприйняті показники.

$$E_{ye} = E_y * F_y$$

Де:

E_{ye} — *викиди газу у в еквіваленті CO_2, тонн CO_2 екв.*

E_y — *викиди газу у, тонн*

F_y — *коефіцієнт, що представляє загальноприйняті показники для розрахунку загальних викидів ПГ для газу у порівняно з CO_2, тонн CO_2 екв./тонн*

Як альтернативи загальноприйнятого коефіцієнта МГЕЗК пропонує різні варіанти (потенціал глобального потепління, потенціал глобальної температури) з різними часовими горизонтами (20 років, 100 років). Аби зберегти можливість порівняння викидів ПГ з даними, що подаються до секретаріату РКЗК ООН, рекомендується використовувати потенціал глобального потепління за період 100 років (GWP100)[6].

3.7. Методологічний підхід

У кожному підрозділі Методології (Розділ 7) буде представлено декілька рівнів методів розрахунку викидів ПГ. Рівень 1 містить вказівки щодо методів, які вимагають мінімальних даних, і зазвичай є менш точними та можуть не повністю враховувати регіональні обставини чи обставини конфлікту. Натомість рівень 3 містить вказівки щодо найточніших методів оцінки викидів ПГ, які зазвичай вимагають великого обсягу вхідних даних і врахування різних факторів.

У рамках кожного рівня для кожного підрозділу надаються рекомендації щодо коефіцієнтів викидів та даних діяльності. Крім того, кожна категорія впливу містить вказівки щодо процесу атрибуції, щоб забезпечити чіткість і послідовність у звітності про викиди.

6. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf (Appendix 8.A, pp. 73-79)

3.8. Категорії впливу

Збройні конфлікти можуть мати різноманітні наслідки як у зоні конфлікту, так і за його межами. Нинішня версія цього посібника охоплює такі категорії впливу викидів ПГ:

- Споживання палива військовими
- Використання боєприпасів
- Виробництво військової техніки
- Будівництво фортифікаційних споруд
- Пошкодження енергетичної інфраструктури
- Пожежі в будівлях та спорудах
- Ландшафтні пожежі
- Переміщення біженців та ВПО
- Цивільна авіація
- Порушення ланцюгів постачання
- Відбудова

Як зазначалося у вступі, цей посібник — «живий» документ, тож він буде оновлюватись і вдосконалюватись. Зокрема, у майбутньому можуть розглядатись такі категорії впливу:

- Вплив на поводження з відходами
- Вплив на діяльність, пов'язану із землекористуванням, змінами у землекористуванні та лісовим господарством (ЗЗЗЛГ)
- Постконфліктна діяльність із розмінування
- Вплив на загальні викиди в зоні конфлікту, зокрема наслідки витоків
- Вплив конфлікту на енергетичний перехід і декарбонізацію

4. КЕРІВНІ ПРИНЦИПИ

Оцінювати викиди ПГ потрібно на основі таких принципів:

1. **Прозорість** — оцінювання викидів ПГ має здійснюватись на основі чітко задокументованих і пояснених відкритих джерел даних, коефіцієнтів викидів, припущень і методів. Читач повинен мати змогу за бажання повторити обрахунки. Прозорість також означає, що використані в підрахунках дані не є засекреченими та їх можна порівняти з даними з інших джерел.

2. **Точність** — оцінки викидів ПГ не повинні систематично завищувати або занижувати реальні викиди, наскільки це можна оцінити, і ці неточності потрібно мінімізувати, наскільки це можливо. У цьому може допомогти використання міжнародно визнаних методологічних рекомендацій.

3. **Послідовність** — оцінювання викидів ПГ потрібно здійснювати на основі послідовних методів протягом тривалого періоду. Якщо є необхідність уточнити чи змінити метод підрахунку або якийсь коефіцієнт, повторний підрахунок треба здійснити для всієї часової рамки, якщо це можливо. Послідовність також передбачає використання в оцінюванні послідовних припущень, методів і коефіцієнтів викидів між різними категоріями та діями, де це можливо.

4. **Ефективність** — необхідно сфокусуватися на джерелах і діях, які суттєво сприяють викидам ПГ, дозволяючи приділити більше уваги збору детальних даних та використанню точних коефіцієнтів викидів.

5. **Поступове вдосконалення звітності** — необхідно спрямувати зусилля на поступове покращення оцінювання викидів ПГ, зокрема підвищення рівня прозорості, точності та послідовності вимірювання викидів ПГ. Найвищий пріоритет слід надавати категоріям впливу з найвищими викидами ПГ. Вдосконалена звітність дозволяє також виявити нові категорії впливу або дії, що вважаються релевантними в контексті викидів ПГ внаслідок збройних конфліктів.

5. АТРИБУЦІЯ

Під атрибуцією мається на увазі процес визначення причини або джерела змін у викидах ПГ та, у контексті цього посібника, оцінювання того, чи ці зміни пов'язані з конфліктом. Щоб атрибутувати певний вплив до конфлікту, слід поставити собі таке головне питання: чи відбулася б подія, яка розглядається, за відсутності початкового фактору, що спровокував конфлікт. Дата початку конфлікту зазвичай пов'язана із значною подією, як-от вторгнення або державний переворот (див. розділ про часові рамки).

Не обов'язково пред'являти письмові докази або причинно-наслідкові зв'язки, щоб атрибутувати викиди до конфлікту; у більшості випадків достатньо здорового глузду. Для цілей цього посібника у процесі атрибуції не важливо визначати, яка держава, група, одиниця чи організація може відповідати за конкретну подію або вплив.

Атрибуція може привести до таких трьох ймовірних висновків:

- **Ні:** Жодні з викидів не можна атрибутувати до конфлікту.
- **Так:** Усі викиди можна атрибутувати до конфлікту.
- **Частково:** Лише частину викидів можна атрибутувати до конфлікту. Це часто стосується секторів, які генерують викиди і в мирний час.

Більш конкретні рекомендації буде надано нижче для кожної категорії впливу.

Ландшафтні пожежі

Пожежі в лісах та інших природних ландшафтах є природними явищами. Наслідком атрибуції всіх лісових пожеж у межах географічних кордонів до конфлікту може бути завищена оцінка викидів. Тому важливо розробити підхід для оцінювання викидів, які виникли б і за відсутності конфлікту та відняти ці цифри від загального обсягу оцінених викидів. Цей метод дасть змогу більш точно оцінити викиди, що пов'язані саме з конфліктом.

Північний потік 1 і 2

Підрив трубопроводів «Північний потік-1» і «Північний потік-2» можна віднести до війни в Україні, бо ця подія вкрай малоймовірно сталася б без повномасштабного вторгнення Росії в Україну. Визначення відповідального за цей підрив є нерелевантним для цілей оцінювання викидів.

6. ПІДХОДИ ДО ЗБОРУ ДАНИХ

Дані відіграють надважливу роль в оцінюванні викидів, пов'язаних із конфліктами. МГЕЗК визначає три основні методи збору даних:

- **Збір наявних даних.** Один із головних підходів полягає в пошуку вже доступних даних. Цей метод забезпечує позитивний баланс між потрібними даними й ефективністю використання часу й зусиль, оскільки він запобігає дублюванню роботи, яку вже провели організації та окремі особи. У деяких випадках викиди ПГ вже були оцінені раніше та доступні тепер. Проте наявні дані можуть бути представлені в різних одиницях вимірювання (наприклад, природні одиниці, територія або число зруйнованих транспортних засобів), що потребуватиме додаткових зусиль з конвертування їх у викиди ПГ. До того ж деякі методи оцінювання ПГ можуть вимагати даних, що не існують, але які можна оцінити на основні іншої інформації зі значною кореляцією з необхідними даними. Рекомендується чітко документувати цю кореляцію у звітах, разом із будь-якими наслідками для викидів ПГ, що виникають.
- **Генерування нових даних.** Цей метод передбачає проведення нових вимірювань, вибірок, переписів тощо. Для кожного елементу даних треба розробити програму вимірювання, визначаючи завдання вимірювання, методологію, план вимірювання, запис та оброблення даних, а також процедуру їх публікації. З огляду на специфіку викидів ПГ, пов'язаних із конфліктами, дуже малоймовірно, що цей метод може бути застосовним.
- **Адаптація даних для обчислення викидів ПГ.** Незалежно від джерела та типу використаних даних, важливо переконатися, що дані можна використовувати для розрахунків. Це передбачає визначення релевантності та точності даних для здійснення надійних оцінювань викидів ПГ.

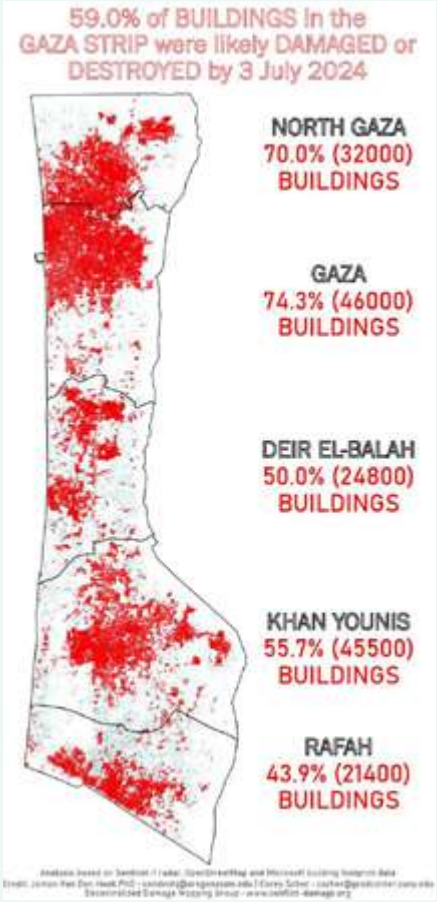
Отримання даних, пов'язаних із конфліктом, може бути непростим завданням, а наслідком — неповна або неякісна інформація. Отож важливо уважно аналізувати джерела даних. Процес пошуку джерел даних зазвичай проходить такі етапи:

1. **Офіційно зібрані дані.** Розпочніть із пошуку даних, які збирають центральні органи влади. Зазвичай збір даних урядовими структурами проводиться за встановленим порядком і відбувається регулярно, за офіційно затвердженою методологією. Такі дані переважно характеризуються високим рівнем надійності та послідовності протягом тривалого періоду.
2. **Міжнародні організації та проєкти.** Зверніться до міжнародних організацій або проєктів, що збирають інформацію, пов'язану з конфліктом. Перевагу слід надати джерелам, що дотримуються встановлених правил збору, оброблення та публікації даних. Необхідно також звертати особливу увагу на якість даних, зокрема точність, послідовність та прозорість їх отримання.
3. **Незалежні дослідники та медіа.** Розгляньте дані незалежних дослідників та осіб, або медіа джерел, що фокусуються на інформації, пов'язаній з конфліктом. До цієї категорії можуть входити невідомі надавачі даних, що не розкривають процес збору даних або методи їх валідації. Хоча такі дані можуть бути обмежені в часі або зібрані за сумнівними критеріями, вони можуть бути унікальними або недоступними більш надійним джерелам.
4. **ЗМІ, соціальні мережі й експертні оцінки.** Хоча ці джерела не можуть надати стабільно точні або регулярні дані, вони можуть запропонувати цінну додаткову інформацію на етапі оброблення даних.

Особливу увагу варто приділити даним, що були взяті з анонімних джерел і оприлюднені в мас-медіа або інших відкритих джерелах (соціальні мережі, блоги тощо). Неперевірені дані або дані лише з одного джерела мають, за можливості, критично оцінити незалежні експерти. Оскільки під час збройного конфлікту у ЗМІ та соціальних мережах може поширюватися багато дезінформації, слід докласти значних зусиль до перевірки надійності цих джерел даних.

Приклади джерел даних

Є кілька проєктів, що зосереджуються на зборі інформації, пов'язаної з війною Росії проти України. Наприклад, Київська школа економіки запустила проєкт «Росія заплатить»[7], спрямований на документування втрат України та оцінювання їх відновної вартості. Крім того, Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України створило відкритий портал «ЕкоЗагроза»[8], що надає різноманітні дані, пов'язані з війною, зокрема дані про обсяги викидів ПГ та дані про локальні забруднення. Відносно маловідомим незалежним джерелом є веб-сайт DeepStateMAP[9], що містить мапу нинішнього конфлікту в Україні. Ще одним цінним джерелом є портал Oryx[10], який збирає дані OSINT стосовно воєнних втрат у ході російсько-української війни на основі задокументованих доказів. Український дослідницький центр DiXi Group також готує щотижневі звіти[11] стосовно української системи енергетики й актуальних новин сектору. Хоча ця інформація передусім об'єднує новини та події з різних джерел, її можна ефективно застосовувати для генерування або доопрацювання даних діяльності для обчислення викидів ПГ.



Професор Джеймон ван ден Хук є провідним дослідником центру Conflict Ecology[12], що моніторить взаємозв'язок між вимушеним переміщенням, вразливістю до зміни клімату та динамікою ландшафтів у регіонах, що постраждали від конфліктів по всьому світу. Використовуючи геопросторові дані й аналіз, вони розробили детальну мапу пошкоджень цивільної інфраструктури в Секторі Газа.

Різні категорії впливу або різна діяльність можуть мати специфічні обставини, і тоді певні джерела даних можуть бути доцільнішими за інші. Отож рекомендується оцінювати, наскільки добре дані з різноманітних джерел корелюють з керівними принципами і географічними межами у рамках оцінювання та відповідають їм.

7. https://kse.ua/ua/russia-will-pay
8. https://ecozagroza.gov.ua
9. https://deepstatemap.live/#6/49.4383200/32.0526800
10. https://www.oryxspioenkop.com/2022/02/attack-on-europe-documenting-equipment.html
11. https://dixigroup.org/analytic-cat/vijna-v-ukrayini/
12. https://www.conflict-ecology.org/about

7. МЕТОДОЛОГІЯ

7.1 Витрати палива на бойові дії

7.1.1 Загальний опис

Ця категорія впливу охоплює споживання палива, пов'язане з бойовими діями, зокрема паливо, яке використовується наземною військовою технікою, військовими кораблями та літаками (бойові «зуби» армії). Вона також враховує «хвіст» матеріально-технічного забезпечення, який може містити як військову, так і цивільну техніку, транспортні засоби та установки.

7.1.2 Часові рамки

Ця категорія впливу стосується споживання палива під час конфлікту, зокрема від дати початку до дати завершення бойових дій. Важливо зазначити, що у зв'язку із передислокацією військових сил і техніки, а також нарощуванням військових ресурсів, можливе споживання певних обсягів палива до початку конфлікту. Ця категорія не охоплює споживання палива військовими, які не беруть участі в конфлікті, та/або споживання палива в мирний час.

7.1.3 Географічні межі

Споживання палива, пов'язане з конфліктом, відбувається насамперед у межах визначених географічних кордонів конфлікту. Однак ця категорія впливу містить і споживання палива за межами цих кордонів, зокрема те, що пов'язане з переміщенням сил у зону конфлікту або постачанням обладнання та боєприпасів на великі відстані. Крім того, попередні викиди, пов'язані з виробництвом і транспортуванням палива, зазвичай відбуваються за межами зони конфлікту.

7.1.4 Атрибуція

Навіть у мирний час сучасні армії є вагомими споживачами викопного палива через експлуатацію енергоємної техніки, як-от літаки, гелікоптери, кораблі, танки та бронетехніка, а також утримання логістичних центрів.

Збройні конфлікти неминуче призводять до значного збільшення витрат палива, особливо коли задіюються високомеханізовані військові сили. Втім, згідно з положенням про атрибуцію, оцінка точного обсягу палива — а, отже, і викидів ПГ, — пов'язаних із збройним конфліктом, вимагає обліку типового використання палива військовими у мирний час.

Хоча дані про використання палива у військових цілях часто засекречені, деякі країни все ж звітують про таке споживання палива у своїх національних кадастрах і загальних звітних таблицях, які подаються до Секретаріату РКЗК ООН. Ці дані здебільшого потрапляють до категорії 1.A.5 ІНШЕ (Не включене в інші розділи) загальної системи звітності. Порівнюючи споживання палива в мирний час і під час конфлікту, аналітики можуть точніше оцінити додаткове споживання палива та викиди ПГ безпосередньо внаслідок збройних конфліктів.

Споживання палива військовими в Німеччині

Німеччина звітує про викиди ПГ, пов'язані зі споживанням палива військовими, у національному кадастрі викидів ПГ. Окремо в енергетичних балансах країни споживання палива військовим транспортом не вказується (включено в рядок 67 енергетичного балансу — комерційні та інституційні й інші споживачі), натомість дані надходять безпосередньо від Федерального відомства інфраструктури, захисту довкілля та послуг Збройних сил Німеччини. Категорія 1.A.5 національного кадастру містить викиди, пов'язані зі спалюванням палива у військовому секторі. Вона поділяється на підкатегорії 1.A.5.a Стаціонарні і 1.A.5.b Мобільні. Зафіксовані Німеччиною викиди охоплюють викиди від стаціонарних систем, що використовують паливо для потреб збройних сил, а також від експлуатації військових транспортних засобів і техніки всередині країни. При цьому німецькі кадастри викидів не фіксують викиди від міжнародних місій збройних сил Німеччини під мандатами НАТО чи ООН, але зазначають їх як «не оцінені» (not estimated, NE) обсяги. Це зумовлено відсутністю інформації щодо обсягів палива (дані діяльності), необхідних / використаних в межах таких мандатів.

Джерело: Німеччина, Національний звіт про інвентаризацію викидів[13]

7.1.5 Метод розрахунку

$$E_{fuel} = \sum FC_y * NCV_y * EF_{GHG} * 44/12$$

де:

E_{fuel} *викиди від споживання палива, тонн CO_2*
FC_y *обсяги споживання палива типу y, пов'язаного з конфліктом, тонн*
NCV_y *нижча теплотворна здатність палива типу y, ГДж/тонн*
EF_{GHG} *вміст вуглецю у паливі типу y, тонн С/ГДж.*

Викиди CH_4 і N_2O від споживання палива вважаються несуттєвими та не враховуються в розрахунку.

7.1.6 Дані діяльності

Дані діяльності щодо обсягів споживання палива:

РІВЕНЬ 1:
приблизні оцінки на основі непрямих даних і попередніх індикаторів, як-от чисельність особового складу, задіяного в конфлікті, і обсяги спожитого палива на одного солдата або на типову військову частину.

РІВЕНЬ 2:
приблизні оцінки на основі непрямих даних, характерних для оцінюваного конфлікту, як-от закупівля палива сторонами конфлікту або зміни в обсягах постачання палива в регіони конфлікту та/або прикордонні регіони.

РІВЕНЬ 3:
дані, надані національними органами влади щодо споживання палива військовими під час конфлікту (найімовірніше, будуть доступні лише після завершення конфлікту через конфіденційний характер інформації).

13. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/2024-04-15_DE_NID_2024_UNFCCC_english.pdf

Приклад оцінки з використанням коефіцієнта викидів рівня 1

Підхід рівня 1 можна використовувати для спрощених розрахунків у ситуаціях, коли надійні дані діяльності щодо споживання палива недоступні. Для цього рівня посібник рекомендує використовувати приблизний показник споживання 80 літрів палива на день на солдата, який бере участь у конфлікті. Це значення отримано з кількох попередніх досліджень військових конфліктів, переважно на основі даних американських військових, які мають вищий рівень доступності даних:

- 61 літр на солдата на добу[14]
- 83.3 літра на солдата на добу[15]
- 103 літри на солдата на добу[16].

Дослідження також вказують на постійне збільшення споживання палива під час військових конфліктів. Це зростання пояснюється декількома факторами, зокрема підвищенням рівня механізації технологій військового часу, експедиційним характером конфліктів, які вимагають мобільності те пересування на великі відстані, складною місцевістю і нерегулярною тактикою ведення війни, що використовується в цих операціях. Підхід рівня 1 має суттєві обмеження, оскільки минулі оцінки інших конфліктів або військових операцій могли використовувати інші сфери охоплення та методології аналізу. Крім того, самі конфлікти можуть суттєво відрізнятися за характером і масштабом. Тип задіяних сил часто визначає типи палива, яке використовується, та загальний масштаб споживання палива. Якщо доступні альтернативні оцінки, тоді приблизні оцінки, що використовуються в розрахунках, мають ґрунтуватися на аналізі конфліктів із подібними характеристиками та масштабами. Так, якщо оцінювати конфлікт з інтенсивною участю механізованих армій або військово-повітряних сил, попередні оцінки слід брати зі співставних конфліктів. І навпаки, не доцільно застосовувати попередні оцінки, отримані з великих механізованих конфліктів, до локальних конфліктів, в яких використовується передовсім стрілецька зброя.

7.1.7 Коефіцієнти викидів

Коефіцієнти викидів застосовуються для усіх рівнів:

- Прямі викиди від спалювання палива — коефіцієнти викидів МГЕЗК за замовчуванням або національні коефіцієнти викидів, визначені в найновішому національному кадастрі ПГ.
- Попередні викиди (Upstream) — значення, надані авторитетними та найбільш відповідними джерелами (як-от Агенція з охорони довкілля США, Департамент енергетичної безпеки та «нульових» викидів Великобританії).

14. The World's Biggest Fuel Consumer, https://www.forbes.com/2008/06/05/mileage-military-vehicles-tech-logistics08-cz_ph_0605fuel.html
15. Deloitte, Energy Security. America's Best Defence, https://legacy-assets.eenews.net/features/documents/2009/11/11/document_gw_02.pdf
16. U.S. military in Iraq feels gouge of fuel costs, https://www.nbcnews.com/id/wbna23922063

7.2 Використання боєприпасів

7.2.1 Загальний опис

Боєприпаси, ракети та вибухові речовини залежать від використання вуглецевоємних матеріалів під час виробництва, а також призводять до деяких додаткових викидів ПГ у місці стрільби (наприклад, через згоряння пропеленту) і в місці удару (наприклад, через детонацію боєголовки).

Виробництво вибухових речовин і боєприпасів відповідає за найбільшу частку викидів внаслідок використання боєприпасів, оскільки багато вибухових речовин виготовляються з використанням вуглецевоємних ресурсів, як-от аміак і нітратна кислота. Аміак, приміром, утворюється з водню та азоту, при цьому метан використовується як найпоширеніше джерело водню, що призводить до значних викидів вуглецю. Крім того, боєприпаси потребують вуглецевоємного сталевого корпусу та інших елементів з металу та пластику.

Типові військові вибухові речовини — це органічні хімічні речовини, що часто містять лише чотири типи атомів: вуглець (C), водень (H), кисень (O) і азот (N). Під час детонації реакції із виділенням тепла перетворюють атоми азоту в газоподібний азот (N_2), тоді як атоми кисню поєднуються з атомами водню та вуглецю й утворюють газоподібні продукти[17]. Гази, що утворюються під час вибухів, можуть містити оксиди азоту (NO і NO_2), монооксид вуглецю (CO), вуглекислий газ (CO_2), аміак (NH_3), метан (CH_4) та інші речовини залежно від повноти хімічних реакцій.

Військові використовують різні типи вибухівки (наприклад, тротил, гексоген, октоген, CL-20) і постійно шукають нові, ефективніші матеріали, які б відповідали певним вимогам, як-от вища швидкість детонації, більша енергія вибухової речовини чи більша бронепробивна здатність[18]. Так само значно відрізняються і постійно розвиваються типи зброї.

Високий рівень варіації боєприпасів і вибухових речовин ускладнює оцінку їх впливу на клімат через обмежений доступ до оцінки життєвого циклу або досліджень вуглецевих викидів при виробництві. Викиди на етапі використання також значно варіюються, і потрібні подальші дослідження, щоб зрозуміти масштаб і склад викидів ПГ від вибухів під час бойових дій.

Обсяг викидів ПГ, пов'язаних із конфліктом, і вплив на клімат залежать від маси боєприпасів і вибухових речовин, які використовуються під час воєнних дій.

7.2.2 Часові рамки

Викиди ПГ, пов'язані з використанням боєприпасів, не обмежуються лише періодом конфлікту. Боєприпаси, які використовуються під час конфлікту, часто виготовляються заздалегідь, а в багатьох випадках задіюються запаси, що накопичувались десятиліттями. Крім того, країни, які беруть участь у конфлікті, та їхні союзники зазвичай нарощують виробництво боєприпасів під час конфлікту, аби поповнити запаси, що вичерпуються. Ба більше, після закінчення конфлікту сторони можуть продовжувати виробництво боєприпасів для відновлення запасів і підвищення безпеки у ході підготовки до потенційних майбутніх конфліктів.

Як наслідок, боєприпаси, що задіюються під час конфлікту, можна пов'язувати з минулими, теперішніми та майбутніми викидами ПГ. Однак для спрощення обліку всі такі викиди вважаються прямими викидами, пов'язаними з конфліктом, і розглядаються як такі, що відбуваються протягом періоду конфлікту.

17. Oxley, J.C., 1998. The Chemistry of Explosives. In: Zukas, J.A., Walters, W.P. (eds) Explosive Effects and Applications. High-Pressure Shock Compression of Condensed Matter. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-0589-0_5
18. The Pentagon is hurrying to find new explosives, https://www.economist.com/science-and-technology/2024/01/17/the-pentagon-ishurrying-to-find-new-explosives

7.2.3 Географічні межі

Застосування боєприпасів відбувається в межах географічних кордонів конфлікту. Викиди ПГ, пов'язані з використанням боєприпасів, відбуваються як в межах географічних кордонів конфлікту, так і поза ними, оскільки під час конфлікту можуть використовуватись боєприпаси, вироблені в усьому світі.

7.2.4 Атрибуція

Незалежно від часу виникнення викидів та їх географічного розташування, цей посібник рекомендує повністю обліковувати пов'язаний із боєприпасами «вуглецевий слід» як викиди, що атрибутуються до конфлікту, оскільки рівень викидів безпосередньо залежить від рішень учасників конфлікту щодо рівня використання боєприпасів та їх типів.

7.2.5 Метод розрахунку

$$E_{ammunition} = \sum A_y * EF_{GHG}$$

де:

$E_{ammunition}$ — *викиди, пов'язані з використанням боєприпасів та вибухових речовин під час конфлікту, тонн CO_2 екв.*

A_y — *обсяги боєприпасів і вибухових речовин, тонн або од.*

EF_{GHG} — *коефіцієнт викидів для боєприпасів або вибухових речовин типу y, тонн CO_2 екв./тонн або тонн CO_2 екв./од.*

7.2.6 Дані діяльності

Дані діяльності щодо обсягів використання боєприпасів:

РІВЕНЬ 1:
приблизні оцінки лише для основних типів боєприпасів (наприклад, артилерійські боєприпаси чи авіаційні бомби або інший тип боєприпасів залежно від характеру конфлікту);

РІВЕНЬ 2:
приблизні оцінки для різних типів боєприпасів і вибухових речовин, що задіювались під час конфлікту (як-от артилерійські боєприпаси, міни, боєприпаси для безпілотників, ракет, мінометні снаряди, набої для стрілецької зброї тощо);

РІВЕНЬ 3:
дані, надані національними органами влади щодо використання боєприпасів військовими під час конфлікту (найімовірніше, будуть доступні лише після завершення конфлікту через конфіденційний характер інформації).

Враховуються лише обсяги, використані під час конфлікту, але не будь-яке нарощування запасів боєприпасів. Тобто розрахунковий обсяг ***вироблених*** боєприпасів дорівнює кількості ***використаних*** боєприпасів.

7.2.7 Коефіцієнти викидів

РІВЕНЬ 1:
спрощений єдиний коефіцієнт викидів на обсяг використаних боєприпасів і вибухових речовин (тонн CO_2 екв./тонн). Цей посібник рекомендує значення 4 кг CO_2 екв. на кг боєприпасів (як сталевих корпусів, так і вибухівки) або 6 кг CO_2 екв. на кг вибухівки як індикативні викиди вуглецю за замовчуванням на рівні 1;

РІВЕНЬ 2:
приблизні оцінки для різних типів боєприпасів і вибухових речовин, що задіювались під час конфлікту (як-от артилерійські боєприпаси, міни, боєприпаси для безпілотників, ракет, мінометні снаряди, набої для стрілецької зброї тощо);

РІВЕНЬ 3:
дані, надані національними органами влади щодо використання боєприпасів військовими під час конфлікту (найімовірніше, будуть доступні лише після завершення конфлікту через конфіденційний характер інформації).

Оцінки можуть поєднувати різні рівні даних діяльності та коефіцієнтів викидів залежно від наявності даних. Коефіцієнти викидів можуть охоплювати всі етапи використання (виробництво, місце стрільби, місце удару), а викиди від виробничого процесу повинні містити викиди від виробництва вибухових речовин, сталевих корпусів та інших елементів залежно від наявності даних.

7.3 Виробництво військової техніки

7.3.1 Загальний опис

Виробництво кожної одиниці військової техніки, використаної та знищеної чи пошкодженої під час конфлікту, пов'язане з викидами ПГ від споживання енергії та різноманітної сировини. Для виробництва усієї техніки потрібні конструкційна сталь, легована сталь, литі матеріали, легкі сплави, синтетичні та композитні матеріали та інші ресурси. Виробництво військової техніки також вимагає спеціальних виробничих потужностей і складних міжнародних ланцюгів постачання, у яких багато видів сировини є енерго- та вуглецевоємними у процесі видобутку та переробки.

7.3.2 Часові рамки

Викиди ПГ, пов'язані з використанням військової техніки, не обмежуються лише періодом конфлікту. Виробництво військової техніки, яка використовується під час конфлікту, часто відбувається заздалегідь, а в багатьох випадках задіюється техніка, що накопичувались десятиліттями. Під час конфлікту залучені сторони та їхні союзники зазвичай нарощують виробництво, щоб поповнити ресурси, що вичерпуються. Після конфлікту ті самі сторони, ймовірно, вироблятимуть додаткову військову техніку для відновлення запасів і підвищення безпеки у ході підготовки до потенційних майбутніх бойових дій.

Тож військову техніку, знищену під час конфлікту, можна пов'язувати з минулими, теперішніми та майбутніми викидами ПГ. Однак для спрощення обліку всі такі викиди вважаються прямими викидами, пов'язаними з конфліктом, і розглядаються як такі, що відбуваються протягом періоду конфлікту.

7.3.3 Географічні межі

Викиди ПГ, пов'язані з використанням військової техніки, відбуваються як в межах географічних кордонів конфлікту, так і поза ними, оскільки під час конфлікту може бути задіяна військова техніка, вироблена будь-де у світі.

7.3.4 Атрибуція

Незалежно від часу виникнення викидів та їх географічного розташування, цей посібник рекомендує повністю обліковувати «вуглецевий слід», пов'язаний із військовою технікою, як викиди, що атрибутуються до конфлікту, оскільки рівень викидів безпосередньо залежить від рішень учасників конфлікту щодо рівня використання техніки та її типів.

7.3.5 Метод розрахунку

$$E_{equipment} = \sum ME_y * C_f * EF_{GHG}$$

де:

$E_{equipment}$ — *викиди, пов'язані з використанням військової техніки під час конфлікту, тонн CO_2 екв.*

ME_y — *військова техніка, знищена або пошкоджена під час війни, тонн або од.*

C_f — *коефіцієнт пошкодження, безрозмірний**

EF_{GHG} — *коефіцієнт викидів ПГ військової техніки типу y, тонн CO_2 екв./тонн або тонн CO_2 екв./од.*

*використовуйте 1 для знищеної техніки, що не підлягає ремонту, і 0,3 як значення за замовчуванням для пошкодженої техніки (у разі обґрунтування можна застосовувати інші значення для пошкодженої техніки). Коефіцієнт пошкодження враховує меншу потребу в енергії та матеріалах для ремонту пошкодженої техніки порівняно з виробництвом нової техніки.

7.3.6 Дані діяльності

Дані діяльності щодо знищеної та пошкодженої військової техніки:

РІВЕНЬ 1:
інформація з відкритих джерел щодо втрат основних типів військової техніки (наприклад, основних бойових танків і бронетехніки, літаків і гелікоптерів або іншого типу техніки залежно від характеру конфлікту).

РІВЕНЬ 2:
інформація з відкритих джерел щодо втрат більшості ключових типів військової техніки (зокрема танків, бойових броньованих машин (ББМ), бойових машин піхоти (БМП), бронетранспортерів (БТР), бронеавтомобілів, самохідної артилерії, реактивних систем залпового вогню, вантажівок, автомобілів і джипів, літаків, гелікоптерів, морських кораблів).

РІВЕНЬ 3:
достовірні дані, надані національними органами влади щодо втрат військової техніки під час конфлікту (найімовірніше, будуть доступні лише після завершення конфлікту через конфіденційність інформації; під час конфлікту військова влада часто повідомляє про втрати супротивника, однак такі дані не можна вважати надійними, оскільки органи влади схильні переоцінювати втрати іншої сторони).

Враховується лише техніка, знищена та пошкоджена під час конфлікту, а будь-яке нарощування запасів техніки не враховується.

7.3.7 Коефіцієнти викидів

РІВЕНЬ 1:
спрощений єдиний коефіцієнт викидів на вагу військової техніки, знищеної та пошкодженої під час конфлікту (тонн CO_2 екв./тонн); цей посібник рекомендує значення 6 кг CO_2 екв. на кг техніки як індикативні вуглецеві викиди для техніки за замовчуванням на рівні 1;

РІВЕНЬ 2:
коефіцієнти викидів для основних типів військової техніки, знищеної та пошкодженої під час конфлікту, на основі даних для аналогічної цивільної техніки та обладнання (наприклад, трактори, сільськогосподарська техніка, вантажівки, будівельна техніка тощо);

РІВЕНЬ 3:
коефіцієнти викидів для різних типів військової техніки на основі оцінки життєвого циклу військової техніки або інших надійних джерел інформації.

Оцінки можуть поєднувати різні рівні даних діяльності та коефіцієнти викидів залежно від наявності даних.

7.4 Будівництво фортифікаційних споруд

7.4.1 Загальний опис

Будівництво укріплень, зокрема траншей, опорних пунктів та інших елементів, завдає шкоди клімату, оскільки вони потребують енергії та великих обсягів вуглецевоємних матеріалів, як-от сталь, цемент і бетон.

7.4.2 Часові рамки

Викиди ПГ, пов'язані з будівництвом фортифікацій, зазвичай відбуваються під час конфлікту (хоча деякі використані елементи могли бути вироблені і до початку конфлікту).

7.4.3 Географічні межі

Через велику масу та обсяги матеріалів, які використовуються для будівництва фортифікаційних споруд, їх виробництво та пов'язані з цим викиди ПГ зазвичай відбуваються в межах географічних кордонів зони конфлікту або в межах прилеглих територій.

7.4.4 Атрибуція

Усі викиди ПГ, пов'язані з будівництвом фортифікаційних споруд, атрибутуються до конфлікту.

7.4.5 Метод розрахунку

$$E_{fortification} = \sum FM_y * EF_{GHG}$$

де:

$E_{fortification}$ — *викиди, пов'язані з будівництвом фортифікаційних споруд під час конфлікту, тонн CO_2 екв.*

FM_y — *об'єм або маса матеріалу, використаного для будівництва укріплень, тонн або $м^3$*

EF_{GHG} — *коефіцієнт викидів для матеріалу типу y, який використовується для будівництва укріплень, тонн CO_2 екв./тонн або тонн CO_2 екв./$м^3$*

7.4.6 Дані діяльності

Дані діяльності щодо обсягів використаних вуглецевоємних матеріалів (сталь, цемент, бетон):

РІВЕНЬ 1:
попередні оцінки на основі інформації, безпосередньо не пов'язаної з оцінюваним конфліктом (наприклад, обсяг бетону та сталі, що використовується на кілометр лінії фронту);

РІВЕНЬ 2:
попередні оцінки, що базуються на специфічній для конфлікту інформації щодо типів та масштабів побудованих укріплень (наприклад, на основі супутникових даних та ідентифікованих фортифікаційних споруд);

РІВЕНЬ 3:
дані, надані національними органами влади щодо обсягів будівельних матеріалів, використаних під час конфлікту (найімовірніше, будуть доступні лише після завершення конфлікту через конфіденційність інформації).

Збір даних діяльності, пов'язаної із фортифікаційними спорудами під час збройного конфлікту, є доволі проблематичним. Більшість споруд приховані, часто покриті ґрунтом або іншими матеріалами, що ускладнює їх виявлення навіть за допомогою сучасних супутникових зображень. Крім того, доступ до зони конфлікту для проведення аналізу на місцях зазвичай обмежений, що не дозволяє детально дослідити лінії укріплень. Це означає, що ключові дані, як-от кількість і характеристики укриттів, опорних пунктів та інші параметри укріплень, залишаються малодоступними. Як наслідок, збір точних даних про ці споруди для оцінки викидів або інших цілей стає дуже складним і часто вимагає застосування альтернативних або непрямих методів.

Зуби дракона на лінії фронту в Україні

Під час російського вторгнення в Україну одним із найпомітніших прикладів оборонних укріплень були розміщені у кілька рядів лінії «зубів дракона» — бетонних пірамід для перешкоджання руху транспорту. Ці лінії зазвичай складалися з двох або трьох рядів і простягалися на величезні відстані вздовж лінії фронту, що полегшувало їх документування. Завдяки їх видимості «зуби дракона» легше ідентифікувати за допомогою супутникових знімків і кадрів з поля бою як із землі, так і з повітря. Таке поєднання знімків і кадрів, отриманих із відкритих джерел, забезпечує детальну інформацію про розташування та протяжність цих оборонних споруд. Станом на жовтень 2023 року загальна довжина цих укріплень становила 1184 км. Також інформація з відкритих джерел, зокрема дані від виробників фортифікаційних елементів, дозволила точно задокументувати характеристики бетонних пірамід.

Приблизно 125 “зубів дракона” у кожному ряді 460-метрової ділянки поля або 2 елементів на 100м в одному ряді

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 (один ряд) потрібно приблизно 250–270 елементів «зубів дракона». Така оцінка передбачає близько 4 м на елемент, припускаючи, що відстань між елементами становить приблизно 2 м. Якщо кожна піраміда має об’єм 0,5 м^3, можна визначити загальний об’єм використаного бетону. Ці дані, разом із відомими коефіцієнтами викидів для виробництва бетону, дозволяють оцінити викиди ПГ, пов’язані з будівництвом цих укріплень.

Цей метод аналізу, що використовує відкриті супутникові дані та інформацію з відкритих джерел, є надійним підходом до оцінки як використання матеріалів для масштабних військових фортифікацій, так і їх впливу на довкілля.

7.4.7 Коефіцієнти викидів

РІВЕНЬ 1:
глобальний середній коефіцієнт викидів для матеріалів, що використовуються для будівництва укріплень (тонн CO_2 екв./тонн або тонн CO_2 екв./м^3);

РІВЕНЬ 2:
регіональний середній коефіцієнт викидів для матеріалів, що використовуються для будівництва укріплень (тонн CO_2 екв./тонн або тонн CO_2 екв./м$_3$);

РІВЕНЬ 3:
національний середній (на основі географічних меж зони конфлікту) коефіцієнт викидів для матеріалів, що використовуються для будівництва укріплень (тонн CO_2 екв./тонн або тонн CO_2 екв./м^3).

Вибухозахисні стіни в Багдаді

У період 2003–2008 рр. сили США в Багдаді широко використовували бетонні «вибухозахисні стіни» для захисту від саморобних вибухових пристроїв (СВП), а також для контролю за рухом цивільного населення та повстанців у місті за допомогою визначених контрольно-пропускних пунктів. Військові США встановили сотні миль цих стін загальною довжиною приблизно 412 км. Дослідження на основі оцінки життєвого циклу виявило, що загальні викиди вуглецю від виробництва бетону для цих стін склали ~0,2 млн тонн CO_2 екв.[19]. Загальна маса матеріалів, що охоплюють заповнювачі, цемент, воду та сталь, на 1 м^3 бетону становить 2432 кг. Застосований коефіцієнт викидів склав 408 кг CO_2 екв. на 1 м^3 бетону.

7.5 Пошкодження енергетичної інфраструктури

7.5.1 Загальний опис

Енергетична інфраструктура та інфраструктура, пов'язана з викопним паливом, — часто дуже пріоритетна ціль під час війни, оскільки їх знищення суттєво підриває здатність супротивників проводити військові операції. Це може відбуватись або безпосередньо через знищення запасів палива поблизу лінії фронту, або опосередковано через падіння економіки й зниження здатності підтримувати та фінансувати війну. Крім того, енергетична інфраструктура та інфраструктура викопного палива, які часто розташовані поблизу зон бойових дій, можуть бути пошкоджені ненавмисно під час військових дій, зокрема через ракетні та дронові атаки. Руйнування або пошкодження енергетичної інфраструктури призводить до кількох типів викидів ПГ, як-от:

- Горіння палива — викиди від горіння запасів палива на пошкоджених об'єктах або складах.
- Витік метану — через пошкоджені газопроводи або сховища, що може вивільнити значні обсяги метану, потужного парникового газу.
- Неконтрольовані витоки гексафториду сірки (SF_6) — дуже потужного парникового газу, що використовується як ізоляційний газ в обладнанні для передачі та розподілу електроенергії і що може викидатися в атмосферу в разі пошкодження інфраструктури.

19. Benjamin Neimark, Oliver Belcher, Kirsti Ashworth, Reuben Larbi. Concrete Impacts: Blast Walls, Wartime Emissions, and the US Occupation of Iraq, https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/anti.13006

7.5.2 Часові рамки

Викиди ПГ, пов'язані з руйнуванням енергетичної інфраструктури, відбуваються під час конфлікту.

7.5.3 Географічні межі

Викиди ПГ внаслідок руйнування енергетичної інфраструктури зазвичай відбуваються в межах географічних кордонів зони конфлікту як прямий результат бойових дій або цілеспрямованих атак. Проте енергетична інфраструктура, яка зазнає атак, часто розташована і далеко від лінії фронту — іноді за сотні кілометрів.

7.5.4 Атрибуція

Усі викиди ПГ, пов'язані з руйнуванням енергетичної інфраструктури під час конфлікту, атрибутуються до конфлікту.

7.5.5 Метод розрахунку

$$E_{energy\ infra} = E_{fuel\ infra} + E_{ng\ infra} + E_{elec\ infra}$$

де:

$E_{energy\ infra}$ — *викиди ПГ, пов'язані з руйнуванням енергетичної інфраструктури, тонн CO_2 екв.*

$E_{fuel\ infra}$ — *викиди ПГ, пов'язані з горінням викопного палива через пошкодження інфраструктури зберігання рідкого палива / нафти та обробки рідкого палива / нафти (як-от нафтових резервуарів, нафтопереробних заводів, нафтових свердловин тощо), тонн CO_2 екв.*

$E_{ng\ infra}$ — *викиди ПГ, пов'язані зі спалюванням та витоком природного газу внаслідок пошкодження інфраструктури видобутку й транспортування газу (зокрема трубопроводів, газових станцій, свердловин, газопереробних заводів тощо), тонн CO_2 екв.*

$E_{elec\ infra}$ — *викиди ПГ, пов'язані з витоком SF_6 через пошкодження електроенергетичної інфраструктури (як-от підстанцій), тонн CO_2 екв.*

Викиди ПГ, пов'язані з пошкодженням інфраструктури рідкого палива / нафти, розраховуються так:

$$E_{fuel\ infra} = \sum FC_y * NCV_y * EF_{GHG} * 44/12$$

де:

FC_y — *обсяги споживання палива типу y, що використовується під час конфлікту, тонн*

NCV_y — *нижча теплотворна здатність палива типу y, ГДж/тонн*

EF_{GHG} — *вміст вуглецю у паливі типу y, тонн С/ГДж*

Викиди CH_4 і N_2O від горіння палива вважаються несуттєвими та не враховуються в розрахунку.

Викиди ПГ, пов'язані з пошкодженням інфраструктури природного газу, розраховуються так:

$$E_{ng\ infra} = NG_{combustion} * NCV_{NG} * EF_{NG} * 44/12 + NG_{leakage} * GWP_{CH4}$$

де:

$NG_{combustion}$ — *обсяги спалювання природного газу, тонн*

NCV_{NG} — *нижча теплотворна здатність природного газу, ГДж/тонн*

EF_{NG} — *вміст вуглецю в природному газі, тонн С/ГДж*

$NG_{leakage}$ — *обсяги витоку метану, тонн*

GWP_{CH4} — *потенціал глобального потепління метану*

Викиди ПГ, пов'язані з пошкодженням електроенергетичної інфраструктури, розраховуються так:

$$E_{elec\ infra} = L_{SF6} * GWP_{SF6}$$

де:

L_{SF6} — обсяги витоку SF_6, тонн

GWP_{SF6} — потенціал глобального потепління SF_6

7.5.6 Дані діяльності

Дані діяльності щодо руйнування інфраструктури рідкого палива / нафти — обсяги спаленого палива:

РІВЕНЬ 1:
оцінки на основі непрямих даних і попередніх індикаторів, як-от кількість знищених або пошкоджених паливних баків;

РІВЕНЬ 2:
оцінки на основі детальніших досліджень, що містять зафіксовані дані про розміри та об'єми паливних баків, оцінку рівня пошкоджень, інформацію з відкритих джерел про зафіксовані втрати палива та інші дані;

РІВЕНЬ 3:
дані, надані національними органами влади щодо спаленого палива (приміром, на основі запасів палива в сховищах).

Дані діяльності щодо руйнування інфраструктури природного газу — обсяги спаленого природного газу та його витоків:

РІВЕНЬ 1:
оцінки на основі непрямих даних і попередніх індикаторів, як-от кількість інцидентів і припущення щодо даних за замовчуванням в розрахунку на інцидент;

РІВЕНЬ 2:
оцінки на основі деталь-ніших досліджень, що містять зафіксовані дані про розмір і довжину газопроводів, оцінку рівня та типу пошкоджень, інформацію з відкритих джерел про зафіксовані втрати палива та інші дані;

РІВЕНЬ 3:
дані, надані національними органами влади щодо обсягів спаленого природного газу або його витоків (приміром, на основі зафіксованих втрат природного газу).

Дані діяльності щодо руйнування електроенергетичної інфраструктури — обсяги витоку SF_6:

РІВЕНЬ 1:
оцінки на основі національної інвентаризації обсягів SF_6 в електроенергетичній системі та оцінки рівня пошкодження інфраструктури високовольтних ліній електропередач;

РІВЕНЬ 2:
оцінки на основі детальніших досліджень, що містять зафіксовані дані про пошкодження підстанцій та оцінку обсягів SF_6 в обладнанні;

РІВЕНЬ 3:
дані, надані національними органами влади щодо обсягів витоку SF_6 (приміром, на основі інвентаризації знищеного та пошкодженого обладнання).

7.5.7 Коефіцієнти викидів

Коефіцієнти викидів застосовуються для всіх рівнів:

- Прямі викиди від спалювання палива — коефіцієнти викидів МГЕЗК за замовчуванням або національні коефіцієнти викидів, визначені в найновішому національному кадастрі ПГ;
- Попередні викиди — значення, надані авторитетними та найбільш відповідними джерелами (як-от Агенція з охорони довкілля США, Департамент енергетичної безпеки та «нульових» викидів);
- Витік CH_4 і SF_6 — найновіші значення потенціалу глобального потепління.

Витоки метану на Близькому Сході та в Північній Африці

Аналіз останніх конфліктів та відповідних гарячих точок на Близькому Сході та в Північній Африці (Middle East and North Africa, MENA), а саме в Сирії, Іраку, Ємені та Лівії, виявив основні джерела викидів метану в атмосферу та містить огляд інструментів, які можна застосувати для такого аналізу, зокрема Carbon Mapper та Міжнародну обсерваторію викидів метану (IMEO) Програми ООН з довкілля[20].

Багато джерел викидів метану можуть існувати до початку конфліктів. Викопне паливо відоме як джерело викидів, що також характеризується регулярними витоками із трубопроводів, застарілими нафтопереробними заводами, неякісним обслуговуванням свердловин і вугільними шахтами, що можуть спричиняти викиди метану. Пряме пошкодження, а також відсутність необхідних безпекових заходів, ремонтів / реконструкцій та інвестицій можуть призводити до продовження або збільшення викидів метану. Ба більше, у постраждалих від конфлікту країнах часто спостерігається крах екологічного управління, внаслідок чого екологічні норми не виконуються.

Нові платформи для дистанційного зондування витоків метану дозволяють більш детально досліджувати, ідентифікувати та контролювати ці викиди ПГ.

7.6. Пожежі в будівлях і спорудах

7.6.1 Загальний опис

Збройні конфлікти зазвичай відбуваються близько до населених пунктів, що призводить до різного рівня пошкодження будівель та споруд, зокрема внаслідок пожеж. Промислові споруди часто стають цілями для обстрілів через своє стратегічне значення для військових операцій або виробництва, а будівлі іншого типу можуть бути ненавмисно пошкоджені під час боїв.

Промислові об'єкти проєктуються з урахуванням особливих функціональних вимог, що відрізняє їх конструкцію від житлових чи комерційних будівель. Пожежі, які виникають у промислових умовах, можуть охоплювати широкий спектр речовин, ускладнюючи оцінку відповідних викидів ПГ. Тому викиди від промислових пожеж у цьому посібнику наразі не розглядаються.

20. Investigating How Conflict and War Contribute to Methane Emissions, https://gijn.org/stories/investigating-conflict-war-methane-emissions/

7.6.2 Часові рамки

Пожежі в будівлях та спорудах можуть виникати з різних причин, як-от коротке замикання, витік газу та людські помилки щодо техніки безпеки під час експлуатації обладнання чи пристроїв. Однак руйнування та вибухи внаслідок збройного конфлікту суттєво збільшують як частоту, так і серйозність цих пожеж. Тобто сплеск пожеж у будівлях та спорудах безпосередньо пов'язаний із активними військовими діями. Як наслідок, усі викиди від цих пожеж вважаються такими, що відбуваються під час конфлікту.

7.6.3 Географічні межі

Більшість пожеж у будівлях та спорудах під час збройних конфліктів спричиняють різні види зброї. Відповідно будь-яка будівля чи об'єкт у зоні конфлікту піддається ризику знищення та подальшого спалення внаслідок військових дій. Хоча можливі також випадки пов'язаного з конфліктом руйнування за межами безпосередньої зони конфлікту, наприклад диверсії — вони зазвичай незначні з точки зору їх загального впливу на викиди ПГ, оскільки їхні наслідки, ймовірно, будуть мінімальними.

7.6.4 Атрибуція

Атрибутувати викиди ПГ від пожеж у будівлях та спорудах через збройний конфлікт зазвичай просто, оскільки часто ці пожежі виникають безпосередньо через масштабне використання зброї. Імовірність виникнення пожеж зростає із наближенням до районів активних бойових дій. Однак важливо ретельно оцінювати зв'язок між інтенсивністю пожеж та рівнем бойових дій.

У районах, віддалених від зони конфлікту — за межами радіусу дії артилерії — необхідний більш детальний аналіз. Він має охоплювати інформацію з доступних джерел, зокрема звітів чи новинних статей, щоб встановити чіткий зв'язок між окремими пожежами та атаками на великій відстані. Вивчаючи ці фактори, можна визначити, чи справді пожежа пов'язана з конфліктом.

7.6.5 Метод розрахунку

Метод оцінки викидів ПГ від пожеж у будівлях та спорудах такий:

$$E_{fb} = F_b * EF_{GHG}$$

де:

E_{fb} — *викиди ПГ від пожеж у будівлях та спорудах, що пов'язані зі збройним конфліктом, тонн CO_2 екв.*

F_b — *загальний обсяг згорілого палива (матеріалів) у будівлях та спорудах, тонн*

EF_{GHG} — *коефіцієнт викидів для пожеж у будівлях та спорудах, тонн CO_2 екв./тонн*

Викиди ПГ від спалювання суттєво залежать від наявних типів горючих матеріалів. Хоча будівлі та споруди містять різноманітні матеріали, за типових обставин не всі вони схильні до горіння. Тому, оцінюючи викиди ПГ, слід зосереджуватись на легкозаймистих матеріалах, як-от пластик і деревина, оскільки вони найбільше сприяють викидам під час пожеж.

7.6.6 Дані діяльності

Отримати точні дані про кількість різних легкозаймистих матеріалів у будівлях часто складно через брак безпосередньої статистики. Проте наявні дослідження можуть дати узагальнене розуміння про типові матеріали у будівлях у певних часових межах і локаціях. Коли це можливо, бажано віддавати пріоритет місцевим дослідженням, які точніше відображають регіональні практики та матеріали.

Крім складу матеріалів, ще одним важливим елементом даних для розрахунку обсягу згорілих матеріалів є кількість згорілих будівель. Цей посібник стосується виключно житлових і комерційних споруд, оскільки промислові об'єкти зазвичай мають інший склад матеріалів і можуть містити речовини, які майже не зустрічаються в інших елементах техногенного середовища.

Часто дані про кількість згорілих будівель можна отримати від місцевих або національних органів влади, які збирають таку статистику. Крім того, відповідну інформацію на цю тему можуть надавати міжнародні та неурядові організації.

Розрахунок обсягу згорілих матеріалів слід здійснювати так:

$$F_b = N_b * A_{comb}$$

де:

N_b — *кількість будівель, згорілих внаслідок збройного конфлікту*

A_{comb} — *обсяг горючого матеріалу на будівлю, тонн*

У деяких випадках, коли відомий обсяг горючого матеріалу на одиницю площі підлоги, додатково потрібна середня загальна площа підлоги:

$$A_{comb} = A_{cpf} * GFA_f$$

де:

A_{cpf} — *обсяг горючого матеріалу на одиницю площі підлоги, тонн/м²*

GFA_f — *загальна площа підлоги, м²*

Приклади наявних горючих матеріалів у будівлях

Дослідження[21] містить дані про середні обсяги горючого матеріалу на одиницю площі підлоги для скандинавських країн (Швеція, Данія, Норвегія). Найновіше значення становить 18 кг/м², однак старіші дослідження вказували 40 кг/м². Наводяться також порівняння із дослідженнями в інших країнах, хоча вони були здійснені в 1970-х і 1980-х роках.

Значення 30 кг/м² горючої речовини на одиницю площі було прийняте Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України в методиці[22] розрахунку викидів забруднюючих речовин і парникових газів в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій і під час дії воєнного стану.

21. Per Blomqvist, Margaret Simonson McNamee. Estimation of CO2-emissions from Fires in Dwellings, Schools and Cars in the Nordic Countries https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:961412/FULLTEXT01.pdf
22. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0433-22#Text

7.6.7 Коефіцієнти викидів

Залежно від структури будівель та споруд коефіцієнт викидів може суттєво варіюватись. Зокрема тому, що у будівлях можуть бути різні частки матеріалів, придатних для горіння. Крім того, залежно від інтенсивності вогню деякі матеріали можуть згоряти лише частково. Тому, середній коефіцієнт викидів можна розрахувати так:

$$EF_{GHG} = \sum(EF_m * S_m * CF)$$

де:

EF_m — *коефіцієнт викидів для матеріалу m, тонн CO_2 екв./тонна*

S_m — *частка матеріалу m в загальній масі горючих матеріалів будівель та споруд, безрозмірна*

CF — *коефіцієнт горіння, безрозмірний*

Подібно до підходу до пошкоджених і повністю зруйнованих будівель (див. розділ «Відбудова»), для яких встановлено коефіцієнти 33% і 100%, коли дані про частку згорілих матеріалів відсутні, рекомендується застосовувати коефіцієнт горіння 50% для частково згорілих будівель і 100% для повністю згорілих будівель.

Приклади наявних коефіцієнтів викидів для будівель та споруд

Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України затвердило Методику розрахунку неорганізованих викидів забруднюючих речовин або суміші таких речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану[23] із середнім коефіцієнтом викидів 2,64 тонн CO_2 на тонну горючих матеріалів.

Дослідження[24] містить оцінки часток горючих матеріалів у різних типах будівель у скандинавських країнах, а також коефіцієнти викидів для кожного з цих горючих матеріалів. Середні згруповані коефіцієнти викидів такі:

- Деревина та деревні матеріали — 2.3 тонн CO_2/тонна
- Інші натуральні матеріали (бавовна, лінолеум) — 1.55 тонн CO_2/тонна (1.44–1.65)
- Штучні матеріали (різні види пластику) — 2.43 тонн CO_2/тонна (1.59–2.87)

Обидва джерела містять коефіцієнти лише для викидів CO_2.

7.7 Ландшафтні пожежі

7.7.1 Загальний опис

Кожен збройний конфлікт призводить до різного ступеня руйнувань і пожеж. Найбільш очевидними та небезпечними є впливи, які спричиняють пошкодження будівель та інфраструктури, створюючи пряму загрозу здоров'ю та безпеці людей. Натомість ландшафтні пожежі, хоч зазвичай і не так очевидно загрожують життю людей, все ж можуть бути значним джерелом викидів ПГ.

23. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0433-22#Text
24. Per Blomqvist, Margaret Simonson McNamee. Estimation of CO_2-emissions from Fires in Dwellings, Schools and Cars in the Nordic Countries https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:961412/FULLTEXT01.pdf

Актуальність ландшафтних пожеж як категорії впливу може зменшуватись в умовах, коли збройні конфлікти відбуваються на невеликих урбанізованих територіях або в регіонах з обмеженою біомасою, як-от піщана або гірська місцевість. У цих випадках потенційна можливість масштабних ландшафтних пожеж суттєво знижується, спричиняючи менші загальні викиди ПГ.

7.7.2 Часові рамки

Зазвичай ландшафтні пожежі виникають внаслідок використання вогневої зброї та/або через нездатність екстрених служб швидко загасити пожежі в будівлях та спорудах, які далі можуть поширюватись на природні екосистеми. Як наслідок, викиди ПГ від цих пожеж відбуваються переважно під час конфлікту.

Окрім миттєвих викидів, існують вторинні наслідки ландшафтних пожеж, що можуть проявлятися під час або після конфлікту. Йдеться, зокрема, про втрату родючості ґрунту, деградацію лісів і видалення вуглецю, пов'язане з відновленням біомаси. Оскільки всебічна оцінка усіх спричинених пожежею наслідків може бути складною, бажано чітко документувати будь-які такі наслідки, якщо вони входять до оцінки пов'язаних із війною викидів ПГ.

7.7.3 Географічні межі

Ландшафтні пожежі можуть виникати на усій території збройного конфлікту.

7.7.4 Атрибуція

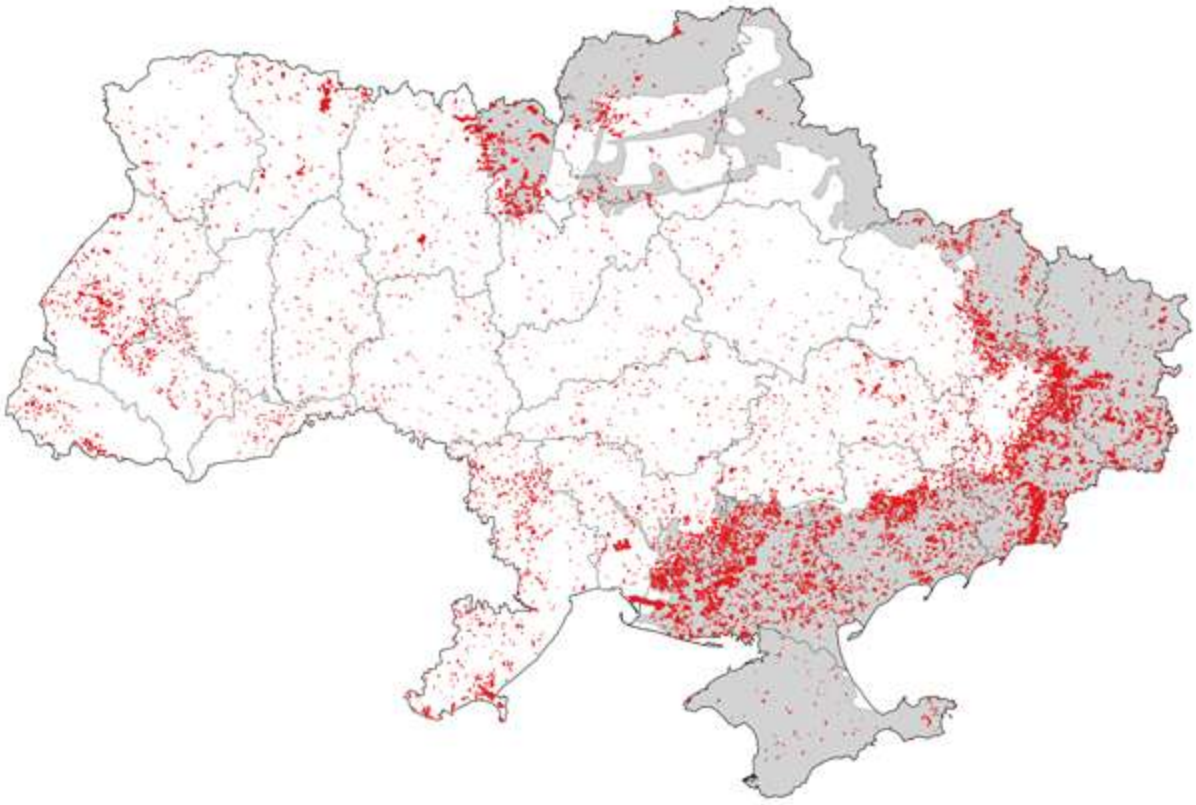
Простий підхід до атрибуції передбачає оцінку історичних площ пожеж для кожної категорії (ліси, рілля, пасовища, болота) і віднімання цих площ від загальної площі, постраждалої в рік конфлікту. Згідно з цим методом, за відсутності конфлікту зберігалися б історичні рівні пожежної активності.

Для детальнішого аналізу можуть бути застосовані складніші методи. Вони враховують такі фактори, як пожежонебезпечні погодні умови, наявність пожежників (зокрема близькість до лінії фронту та наявність замінованих районів) та інші відповідні змінні. Цей детальніший підхід може підвищити точність оцінок викидів, пов'язаних із ландшафтними пожежами під час конфліктів, забезпечуючи чіткіше розуміння впливу війни на довкілля.

Викиди ПГ внаслідок природних порушень

Керівні принципи МГЕЗК (2019)[25], розділ 2.6, том 4, містять цінну інформацію про те, як можна враховувати природні порушення у разі виключенні певних викидів із національних кадастрів ПГ. Ці принципи можна ефективно адаптувати для визначення викидів ПГ, зумовлених збройним конфліктом, через оцінку «фонових» рівнів викидів до конфлікту — подібно до оцінки «фонових» викидів, пов'язаних із природними порушеннями, які безпосередньо не можна атрибутувати до діяльності людини.

У четвертому оцінюванні пов'язаних із війною викидів в Україні дослідники застосували складніші методи атрибуції, що враховують конкретні погодні умови та індекси пожежної небезпеки. Крім того, вони враховували близькість до лінії фронту, визнаючи, що ймовірність та інтенсивність пожеж можуть суттєво відрізнятися залежно від близькості до зон активних бойових дій. Такий підхід не тільки підвищує точність оцінок викидів, але й допомагає розрізнити викиди, безпосередньо пов'язані з конфліктом, і викиди, які можуть виникнути за нормальних умов.



25. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html

7.7.5 Метод розрахунку

РІВЕНЬ 1:

Рекомендовано використовувати загальний підхід до оцінки викидів ПГ внаслідок ландшафтних пожеж із Керівних принципів МГЕЗК 2006 року, а саме:

$$E_{fires} = \sum (S * M_B * C_f * EF_y * 10^{-3})$$

де:

E_{fires} — *викиди від кожного типу ландшафтних пожеж (ліси, рілля, пасовища, болота), тонн CO_2 екв.*

S — *площа горіння, га*

M_B — *маса палива (біомаса, лісова підстилка, сухостій), доступного для горіння, тонн/га*

C_f — *коефіцієнт згорання, який вказує на частку палива, що згорає повністю, безрозмірний*

EF_y — *коефіцієнт викидів ПГ речовини у на одиницю згорілої маси, кг CO_2 екв. на тонну сухої речовини*

Принаймні викиди від пожеж у лісах, на ріллі, пасовищах і болотах мають оцінюватись окремо з урахуванням різниці в запасах біомаси. За наявності даних можна використовувати детальнішу стратифікацію (наприклад, хвойні та листяні ліси).

РІВЕНЬ 2:

Загалом метод рівня 2 застосовує той самий алгоритм, що й рівень 1, але враховує дані та обставини конкретної країни. Йдеться, зокрема, про поділ усіх типів ландшафтів за деякими характеристиками, як-от видовий склад, середні запаси біомаси, висота над рівнем моря тощо. Такий поділ має забезпечити точніші оцінки викидів ПГ за допомогою конкретних даних діяльності та/або коефіцієнтів викидів для кожного типу ландшафту.

РІВЕНЬ 3:

Методи рівня 3 — моделювання динаміки запасів біомаси до та після пожеж.

7.7.6 Дані діяльності

Якщо застосовно, в оцінці викидів ПГ має використовуватись принаймні загальна площа пожеж у гектарах для кожного типу ландшафту (ліси, рілля, пасовища, болота). Площа повинна відображати атрибуцію пожеж до збройного конфлікту, тобто в цих розрахунках площа ландшафтних пожеж, не спричинених збройним конфліктом, не враховується.

Дані діяльності рівня 2 можуть містити поділ загальної площі кожного типу ландшафту на вигорілі території за видовим складом, природним зонуванням, висотою над рівнем моря тощо залежно від методу розрахунку та наявності даних.

Метод розрахунку рівня 3 потребує збору даних діяльності з розподілом за конкретними особливостями живої біомаси, підстилки або сухостою, які можуть впливати на оцінки викидів ПГ.

7.7.7 Коефіцієнти викидів

Керівні принципи МГЕЗК 2006 (розділ 2.4, том 4)[26] містять коефіцієнти викидів для кожної з категорій (ліси, рілля, пасовища, болота), які рекомендовано використовувати для розрахунків рівня 1.

Коефіцієнти викидів для оцінки рівня 2 можуть містити специфічні для країни запаси палива для кожного типу ландшафту (хвойні та листяні на національному або регіональному рівні — для лісів, різні типи культур — для ріллі, різний видовий склад для пасовищ тощо), різні коефіцієнти горіння — для різних типів палива (підстилка, гілки, стебла, торф) або різні коефіцієнти викидів ПГ на одиницю спаленої маси. Інтенсивність пожеж також може бути врахована через визначення C_f для кожної країни та конкретної інтенсивності.

Коефіцієнти для методу розрахунку рівня 3 повинні враховувати специфіку даних діяльності рівня 3. Вони мають містити специфічні для країни значення запасів палива до та після пожежі, рівні розпаду залишків біомаси після пожежі, коефіцієнти горіння для різних типів палива та умов довкілля тощо.

7.8 Переміщення біженців та ВПО

7.8.1 Загальний опис

Війна суттєво впливає на життя цивільних людей, як прямо, так і опосередковано. Військові дії можуть безпосередньо зруйнувати або пошкодити будинки, порушити надання таких базових послуг, як охорона здоров'я, постачання продовольства, транспорт та енергетична інфраструктура, що є критично важливими для повсякденного життя. Опосередковано конфлікт часто спричиняє економічну нестабільність, через що цивільне населення втрачає засоби до існування і змушене залишати свої домівки. Ці вимушені зміни призводять до масових переміщень, коли цивільні особи або стають внутрішньо переміщеними особами (ВПО) у своїй країні, або шукають притулку за кордоном.

Сама втеча із зони конфлікту призводить до викидів, особливо якщо задіяні види транспорту, що використовують викопне паливо. Після конфлікту викиди утворюються, коли переміщене населення повертається додому, потребуючи для повторного поселення транспорту та енергії. Під час тривалих конфліктів деякі біженці можуть подорожувати туди й назад між своїм тимчасовим місцем проживання та домівкою, коли дозволяє безпекова ситуація, з часом створюючи додаткові викиди.

7.8.2 Часові рамки

Часові рамки для оцінки викидів у цьому секторі впливу стосуються передовсім пересування біженців та внутрішньо переміщених осіб (ВПО) упродовж періоду конфлікту. Проте певні переміщення до початку конфлікту також можна розглядати, якщо цивільні особи, передбачаючи початок конфлікту, евакуювались із певної території до офіційного початку бойових дій. Постконфліктні викиди можна враховувати в складі викидів від пересування біженців або ВПО, які повертаються додому після завершення конфлікту або припинення військових дій.

7.8.3 Географічні межі

Географічні межі цього фактору впливу визначаються переміщенням цивільних осіб, які проживали в зоні конфлікту до початку бойових дій. Самі викиди відбуваються як усередині, так і за межами зони конфлікту.

26. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_02_Ch2_Generic.pdf

7.8.4 Атрибуція

Подорожі з дому і додому є звичними, як-от щоденні поїздки на роботу та спорадичні поїздки на відпочинок, тож такі викиди від подорожей слід виключити. Однак, щойно люди починають тікати із зони конфлікту, обсяги пересування суттєво перевищують звичайні поїздки, а тому всі викиди можна віднести до конфлікту.

7.8.5 Метод розрахунку

РІВЕНЬ 1:

Підхід рівня 1 базується на доступних даних діяльності, що вказують на кількість біженців, а також пункти їх відправлення та призначення, які слід доповнювати припущеннями щодо виду транспорту.

$$E_{ref} = D * EF_{GHG}$$

де:

E_{ref} — *викиди від переміщення біженців та ВПО, тонн CO_2 екв.*

D — *відстань, яку проїхав кожен біженець на кожному виді транспорту, км*

EF_{GHG} — *коефіцієнт викидів кожного з ПГ для кожного виду транспорту на одиницю проїханого пасажиро-кілометра, тонн CO_2 екв./км.*

РІВЕНЬ 2:

За підходом рівня 2 фактичний рух транспортних засобів, що перевозять біженців, відомий і його можна оцінити.

$$E_{ref} = D * EF_{GHG}$$

де:

E_{ref} — *викиди від переміщення біженців та ВПО, тонн CO_2 екв.*

D — *відстань, подолана кожним видом транспорту, км*

EF_{GHG} — *коефіцієнт викидів кожного з ПГ для кожного виду транспорту на кілометр, тонн CO_2 екв. / км.*

РІВЕНЬ 3:

Цей рівень базується на тому, що фактичне споживання палива транспортними засобами відоме або його можна оцінити.

$$E_{ref} = \sum FC_y * NCV_y * EF_{GHG} * 44/12$$

де:

E_{ref} — *викиди від переміщення біженців та ВПО, тонн CO_2 екв.*

FC_y — *обсяги споживання палива типу y, тонн*

NCV_y — *нижча теплотворна здатність палива типу y, ГДж/тонн*

EF_{GHG} — *вміст вуглецю у паливі типу y, тонн С/ГДж*

7.8.6 Дані діяльності

Дані діяльності охоплюють кількість людей, які тікають, спосіб їх пересування, подолану відстань та витрати палива залежно від обраного рівня. Типові джерела інформації про кількість біженців і ВПО, а також місця їх призначення, узагальнюються та надаються Міжнародною організацією з міграції (МОМ), Агентством ООН у справах біженців (УВКБ ООН) або статистичними службами відповідних держав.

7.8.7 Коефіцієнти викидів

РІВЕНЬ 1:

Коефіцієнти викидів для кожного виду транспорту на пасажиро-кілометр бажано отримувати з джерел, пов'язаних із зоною конфлікту. Як альтернативу можна використовувати коефіцієнти за замовчуванням, запропоновані Урядом Великобританії, Департаментом енергетичної безпеки та «нульових» викидів[27].

РІВЕНЬ 2:

Коефіцієнти викидів для кожного типу транспортного засобу на кілометр подоланого шляху мають бути розраховані на основі типових транспортних засобів, які використовуються в зоні конфлікту. Для авіації споживання палива можна розрахувати на основі методології Міжнародної організації цивільної авіації (ICAO) за допомогою калькулятора викидів вуглецю ICAO[28], який дає приблизне споживання палива для кожного типу літака, що зараз використовується.

РІВЕНЬ 3:

Коефіцієнти викидів для споживання палива:

- Прямі викиди від спалювання палива — коефіцієнти викидів МГЕЗК за замовчуванням або національні коефіцієнти викидів, визначені в найновішому національному кадастрі ПГ.
- Попередні викиди (Upstream) — значення, надані авторитетними та найбільш відповідними джерелами (як-от Агенція з охорони довкілля США, Департамент енергетичної безпеки та «нульових» викидів Великобританії).

7.9 Цивільна авіація

7.9.1 Загальний опис

Авіація є основним видом транспорту для пересування на великі відстані, особливо коли швидкість має вирішальне значення, наприклад у надзвичайних ситуаціях або для пасажирських перевезень. Хоча зазвичай вона не задіюється для міжнародних вантажних перевезень через обмеження щодо корисного навантаження, її використання для швидкого транспортування робить її вкрай актуальною під час конфліктних ситуацій.

Порушення повітряних маршрутів через конфлікт залежать від характеру війни. Локалізовані конфлікти, особливо ті, що не використовують важку техніку, військову авіацію чи ракети, можуть не становити прямої загрози для авіації на крейсерських висотах. Однак конфлікти із серйознішими бойовими діями, що задіюють зенітні системи, військові реактивні літаки та ракетні удари, суттєво підвищують ризики для цивільної авіації. Відповідно повітряний простір над зонами конфлікту часто закритий або владою, або самими авіакомпаніями через запобіжні заходи, що призводить до значних відхилень від стандартних маршрутів польоту.

27. Див. https://ourworldindata.org/grapher/carbon-footprint-travel-mode
28. Див. https://www.icao.int/environmental-protection/Carbonoffset/Pages/default.aspx

Окрім прямих військових ризиків, санкції, запроваджені одними країнами проти інших, також можуть спричиняти перенаправлення рейсів. Такі кроки сприяють збільшенню споживання палива та викидів ПГ, оскільки довші маршрути польоту вимагають більше енергії та збільшують час у дорозі, зумовлюючи ширший вплив конфлікту на довкілля.

7.9.2 Часові рамки

Викиди від авіації відбуваються безпосередньо під час авіаперельоту, тобто будь-які відхилення від маршруту, спричинені збройними конфліктами, призводять до додаткових викидів ПГ, поки є обмежувальні фактори. Загалом обмеження на авіасполучення діють протягом усього періоду конфлікту, особливо у випадках, коли ризики для авіабезпеки високі через військову активність, ракетні загрози чи інші фактори, пов'язані з бойовими діями.

У деяких випадках авіакомпанії або авіаційні органи можуть запроваджувати відхилення від маршруту до офіційного початку збройного конфлікту. Зазвичай це відбувається, коли зростає напруга і виявляються безпекові проблеми, що спонукає вживати превентивні заходи ще до початку активних бойових дій. Такі доконфліктні відхилення можуть призводити до додаткових викидів ПГ.

Після завершення конфлікту деякі органи влади чи авіакомпанії можуть упродовж тривалого періоду зберігати обмеження на подорожі в регіонах, які постраждали від конфлікту, очікуючи повної перевірки безпеки. Таке тривале уникнення зон конфлікту також призводить до збільшення викидів, поки повітряний простір не буде визнано безпечним для відновлення нормальних маршрутів польотів. Як наслідок, періоди до та після конфлікту також можуть сприяти підвищенню викидів ПГ, пов'язаних з авіацією, виходячи за межі офіційних термінів конфлікту.

Вплив повномасштабного вторгнення Росії в Україну на міжнародну авіацію

Війна в Україні призвела до закриття повітряного простору над Україною з міркувань безпеки, а додаткові обмеження були спричинені запровадженими Росією санкціями. Як наслідок, чимало комерційних рейсів були змушені змінити маршрути, облітаючи ці зони обмеженого доступу, що призвело до збільшення споживання палива та, відповідно, до підвищених викидів ПГ. Так, через ці змінені маршрути тривалість польоту з Лондона до Токіо збільшилась на чотири години. Зростання споживання палива та подовження часу польоту, викликані цими змінами, призвели до значних додаткових викидів ПГ. За оцінками, за два роки конфлікту це закриття повітряного простору та його подальший вплив на авіацію спричинили приблизно 24 млн тонн CO_2 додаткових викидів.

7.9.3 Географічні межі

Оскільки основна причина того, що міжнародна авіація облітає зони конфлікту, — прагнення уникнути ризиків для літаків і пасажирів, більшість викидів ПГ від міжнародної авіації відбувається за межами зони конфлікту.

7.9.4 Атрибуція

Зазвичай маршрути повітряних перевезень оптимізують для мінімізації споживання палива, оскільки витрати на паливо складають значну частку операційних витрат авіакомпаній (30–40%). За звичайних умов авіакомпанії рідко відхиляються від визначених маршрутів, окрім випадків, коли це необхідно через погодні умови або вказівки авіаційних органів.

Коли зміни повітряних маршрутів відбуваються через загрози безпеці, спричинені збройним конфліктом, збільшення споживання палива та викидів можна однозначно атрибутувати до конфлікту. Однак викидами, пов'язаними з конфліктом, слід вважати лише різницю між збільшеним споживання палива, спричиненим зміною маршруту під час конфлікту, і споживанням палива на оптимізованих доконфліктних маршрутах. Цей підхід виокремлює додаткові викиди, безпосередньо пов'язані з конфліктом, забезпечуючи точнішу оцінку викидів, атрибутованих до конфлікту.

7.9.5 Метод розрахунку

Оцінка викидів ПГ базується на споживанні палива літаками. Типовим паливом для авіації є реактивне пальне, хоча в дуже малих обсягах невеликими літаками з поршневими двигунами використовується авіаційний бензин (менше 1% палива, задіяного в авіації). Тим не менш, рекомендується здійснювати окремі оцінки для викидів від реактивного пального та авіаційного бензину.

Викиди ПГ розраховуються за такою формулою:

$$\mathbf{E_{aviation} = \sum (AD * NCV * EF_{GHG})}$$

де:

$E_{aviation}$ — *викиди ПГ, тонн CO_2 екв.*

AD — *додатковий обсяг кожного виду палива, використаного авіацією внаслідок збройного конфлікту, тис. тонн*

NCV — *нижча теплотворна здатність кожного виду палива, ТДж/тис. тонн*

EF_{GHG} — *коефіцієнт викидів для кожного ПГ, тонн CO_2 екв./ТДж*

7.9.6 Дані діяльності

Для застосування методу розрахунку потрібні дані про додаткові обсяги авіаційного палива. Доконфліктні (за схемою «бізнес як звичайно») обсяги палива віднімаються від обсягів палива, на які вплинув збройний конфлікт. Ця інформація зазвичай надається відповідними національними або міжнародними органами влади, дослідниками або авіакомпаніями.

Приклади оцінок даних діяльності

ICAO розробила інструкції[29] та коефіцієнти щодо оцінки використання палива різними літаками. Ця інформація є цінною для розрахунків загального споживання палива авіацією в доконфліктний період. Такі дані можна застосовувати та коригувати для розрахунку використання палива під час збройного конфлікту. Можна оцінювати додаткове споживання палива, але для цього потрібні деталь-ніші дані про маршрути, що застосовувались до та під час збройного конфлікту, та типи літаків. Для оцінки приблизного збільшення використання палива можна використовувати непрямі дані (як-от збільшення часу в дорозі).

7.9.7 Коефіцієнти викидів

Керівні принципи МГЕЗК 2006 (таблиця 1.2, розділ 1.4, том 2[30]) містять рекомендовані значення нижчої теплоти згоряння для авіаційного палива. Зокрема:

- 44,3 ТДж/тис. тонн для авіаційного бензину та реактивного пального
- 44,1 ТДж/тис. тонн для авіаційного керосину

Керівні принципи МГЕЗК 2006 (розділ 3.6.1.2, том 2[31]) містить коефіцієнти викидів для різних ПГ.

7.10. Порушення ланцюгів постачання

7.10.1 Загальний опис

У високоглобалізованому світі транспортування вантажів є вагомим елементом зв'язку між економіками усього світу. Товари переміщуються сушею, морем і навіть літаками. Морський транспорт є важливим способом перевезення вантажів — він охоплює близько 80% вантажів. Він вважається найбільш рентабельним видом транспорту для масових перевезень на великі відстані.

Морський транспорт може зазнавати такого ж впливу війни на свою роботу, як і міжнародна авіація. Але на відміну від авіації, де є можливість облітати певні території, робота морського транспорту у деяких випадках припиняється з міркувань безпеки. Відповідно транспортування вантажів може вимагати зміни виду транспорту з більш економічно ефективного морського на наземний транспорт (залізниця, вантажівки).

В інших випадках типові транспортні маршрути можуть змінюватись задля безпеки, навіть за рахунок економічної ефективності.

7.10.2 Часові рамки

Передовсім морський транспорт створює викиди ПГ, споживаючи пальне під час роботи. Часто під час збройних конфліктів споживання палива зростає, що збільшує викиди, оскільки маршрути стають довшими або змінюються з міркувань безпеки. Втім маршрути можуть змінюватись і превентивно до початку конфлікту, а питання безпеки можуть залишатись актуальними навіть після завершення конфлікту, затримуючи повернення до більш економічно ефективних маршрутів. Тому для точної оцінки додаткових викидів ПГ, пов'язаних із торговельними шляхами, необхідний спеціальний аналіз, який би враховував періоди до та після конфлікту. Такий аналіз допоможе визначити будь-які викиди, зумовлені зміною маршруту через безпекові питання.

29. https://applications.icao.int/icec/Methodology%20ICAO%20Carbon%20Emissions%20Calculator_v13_Final.pdf
30. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_1_Ch1_Introduction.pdf
31. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf

7.10.3 Географічні межі

Як і міжнародна авіація, морський та інші види транспорту віддаватимуть пріоритет найбезпечнішим маршрутам, уникаючи районів активних бойових дій. Проте, на відміну від авіації, морський транспорт може продовжувати працювати попри підвищені ризики безпеки. Крім того, коли зона конфлікту визначається радіусом дії зброї великої дальності, чимало транспортних операцій технічно можуть потрапляти в зону конфлікту, навіть якщо прямий ризик значно нижчий, ніж у зонах із застосуванням важкої зброї, як-от артилерії. Це породжує унікальний виклик, оскільки транспортні маршрути все одно постають перед проблемами безпеки, але не стикаються з такими ж безпосередніми загрозами, як у районах активних бойових дій.

Вплив повномасштабного вторгнення Росії в Україну на міжнародні ланцюги постачання

Після повномасштабного вторгнення Росії українські порти та морський експорт стали основними цілями ударів. До середини літа 2022 року майже вся морська навігація припинилась. Хоча використовувались альтернативні види транспорту, їх обсяги були набагато меншими за ті, що міг забезпечити морський транспорт. Згодом було досягнуто домовленостей про дозвіл торговим суднам перевозити вантажі з портів України, для чого було визначено спеціальні маршрути. Оскільки Україна розширила відносно безпечнішу зону в Чорному морі, міжнародна навігація почала активізуватись. Однак за цих нових обставин суднам доводиться проходити ближче до берегів Болгарії та Румунії, ніж зазвичай. Залежно від того, як визначено зону збройного конфлікту, цю навігацію можна класифікувати як таку, що здійснюється всередині або поза зоною конфлікту.

7.10.4 Атрибуція

На транспортування вантажів впливають різні фактори, зокрема природні умови, економічні змінні тощо. Тож атрибуція викидів ПГ до збройного конфлікту може бути складним завданням. Однак відмова від типових маршрутів і способів транспортування часто є прямим наслідком конфлікту й спричинена передовсім безпековими питаннями чи збільшенням витрат, пов'язаних із вищими страховими внесками. Такі відхилення призводять до використання менш економічно оптимальних маршрутів, що, своєю чергою, впливає на споживання палива та викиди.

Щоб точно атрибутувати додаткові викиди ПГ до збройного конфлікту, безпекові міркування мають бути пріоритетом. Якщо зниження безпеки впливає на маршрути, відповідне перенаправлення товарів і зумовлені викиди ПГ слід атрибутувати до конфлікту. Тобто різницю у викидах ПГ порівняно з доконфліктним періодом («бізнес як звичайно») можна прямо пов'язати зі збройним конфліктом.

Атаки хуситів у Червоному морі

Починаючи з кінця 2023 року серія атак хуситів у районі Червоного моря призвела до значних пошкоджень кількох суден. У відповідь на зростання ризиків багато компаній вирішили змінити маршрути своїх кораблів і спрямувати їх довкола Африки для подорожей між Європою та Азією. Це перенаправлення призвело до споживання додаткового 900 тонн палива на судно, при цьому кожна тонна палива викидала приблизно 3,15 тонн CO_2. Відповідно ця зміна маршруту, за оцінками, призвела до додаткових 14 млн тонн CO_2 екв. і потенційно може призвести ще до 44 млн тонн CO_2 екв. додаткових викидів ПГ[32].

32. https://www.inverto.com/en/insights/red-sea-shipping-crisis-has-now-resulted-in-extra-14-million-tonnes-of-co2-since-start-of-crisis-as-much-as-emissions-of-9-million-cars/

7.10.5 Метод розрахунку

Викиди ПГ транспортними засобами відбуваються внаслідок використання палива. Оскільки різні види транспорту використовують різні види палива, рекомендується проводити розрахунки для різних видів транспорту окремо.

$$E_{supply} = E_{maritime} + E_{road} + E_{railway}$$

де:

E_{supply} — *загальні додаткові викиди ПГ від порушення ланцюгів постачання через збройний конфлікт, тонн CO_2 екв.*

$E_{maritime}$ — *додаткові викиди ПГ через порушення ланцюгів постачання морським транспортом внаслідок збройного конфлікту, тонн CO_2 екв.*

E_{road} — *додаткові викиди ПГ від порушення ланцюгів постачання автомобільним транспортом через збройний конфлікт, тонн CO_2 екв.*

$E_{railway}$ — *додаткові викиди ПГ від порушення ланцюгів постачання залізницями через збройний конфлікт, тонн CO_2 екв.*

Додаткові викиди ПГ через перенаправлення авіації враховуються в категорії впливу цивільної авіації.

РІВЕНЬ 1:

З огляду на можливий брак достовірної інформації з відповідною стратифікацією за типами палива й видами транспорту, рекомендується розраховувати викиди ПГ на основі загальновживаних даних — тонно-кілометрів вантажів, що перевозяться різними видами транспорту.

$$E_{marine} = (W_{After} * D_{After} - W_{Before} * D_{Before}) * EF_{t\text{-}km} * 10^{-6}$$

де:

W_{before} — *загальна маса вантажів, перевезених морським транспортом за певний період часу до початку збройного конфлікту, тонн*

D_{before} — *загальна відстань, на яку транспортується товар за певний період часу до початку збройного конфлікту, км*

W_{after} — *загальна маса вантажів, перевезених морським транспортом за певний період часу після початку збройного конфлікту, тонн*

D_{after} — *загальна відстань, на яку перевозиться товар за певний період часу після початку збройного конфлікту, км*

$EF_{t\text{-}km}$ — *викиди ПГ на тонно-кілометр перевезених вантажів, г CO_2 екв. на ткм*

Аналогічний метод слід використовувати для розрахунку додаткових викидів ПГ від автомобільного транспорту та залізниці.

РІВЕНЬ 2:

Для розрахунків рівня 2 потрібні детальніші дані про різні типи спожитого палива, щоб відобразити точніші оцінки викидів ПГ. Викиди ПГ розраховуються за такою формулою:

$$E_{maritime} = \sum (AD_i * NCV_i * EF_{GHG})$$

де:

AD_i — *додатковий обсяг палива типу i, використаного морським транспортом через збройний конфлікт, тис. тонн*

NCV_i — *нижча теплотворна здатність палива типу i, ТДж/тис. тонн*

EF_{GHG} — *коефіцієнт викидів для кожного з ПГ, тонн CO_2 екв./ТДж*

Аналогічний метод слід використовувати для розрахунку додаткових викидів ПГ від автомобільного транспорту та залізниці.

РІВЕНЬ 3:

Метод рівня 3 враховує вплив збройного конфлікту на попит і пропозицію різних товарів, зміну пропозиції не лише в зоні конфлікту, а й у ширшому контексті. Моделі рівня 3 мають враховувати можливі відхилення постачання товарів через зміну економічної ситуації.

7.10.6 Дані діяльності

РІВЕНЬ 1:
Використовуються дані про типову загальну вагу та відстані, на які транспортуються вантажі в доконфліктний період («бізнес як звичайно») і після початку збройного конфлікту. Таку інформацію можуть публікувати різні джерела, як-от державні органи та національні агентства, транспортні компанії чи організації, що агрегують дані. Аналіз обсягів імпорту та експорту може допомогти оцінити коефіцієнт тонно-кілометрів.

РІВЕНЬ 2:
Для застосування методу розрахунку рівня 2 потрібні дані про додаткові обсяги палива, використаного різними видами транспорту. Від обсягів палива, на які вплинув збройний конфлікт, слід відняти доконфліктні («бізнес як звичайно») обсяги палива. Цю інформацію можуть надати відповідні національні чи міжнародні органи влади, дослідники чи самі компанії.

РІВЕНЬ 3:
Залежно від обраної моделі необхідні дані можуть враховувати широкий спектр інформації та стратифікації: від світового рівня до конкретного транспортного засобу.

7.10.7 Коефіцієнти викидів

РІВЕНЬ 1:

Викиди ПГ на тонно-кілометр перевезених вантажів наступні[33],[34]:

- Морський транспорт — 16 г CO_2 екв./ткм
- Залізниці — 22,5 г CO_2 екв./ткм (15–30 г CO_2 екв./на ткм)
- Автомобільний транспорт — 81 г CO_2 екв./ткм (62–100 г CO_2 екв./ткм).

РІВЕНЬ 2:

Керівні принципи МГЕЗК 2006 (таблиця 1.2, розділ 1.4, том 2[35]) містить рекомендовані значення нижчої теплотворної здатності для різних видів палива. Керівні принципи МГЕЗК 2006 (розділ 3.6.1.2, том 2[36]) містить коефіцієнти викидів для різних ПГ.

7.11 Відбудова

7.11.1 Загальний опис

Майже кожен збройний конфлікт завдає шкоди цивільній інфраструктурі. Наслідки можуть варіюватися від незначних пошкоджень фасадів будівель, транспортних засобів до повного зрівняння заводів із землею. Оскільки будівельний сектор використовує вуглецевоємні будівельні матеріали, зокрема бетон і сталь, викиди, зумовлені відбудовою, можуть бути значними і навіть більшими, ніж в інших секторах впливу.

Оцінка цих викидів за своєю суттю вимагає певних припущень, зокрема, коли конфлікт досі триває, а відбудова ще попереду. Ці припущення стосуються трьох елементів для розрахунку викидів від відбудови:

1. фактичний рівень шкоди, завданої конфліктом,
2. у який спосіб інфраструктура буде відновлена — повністю чи лише частково, і
3. які будівельні технології та матеріали будуть використані.

Цивільну інфраструктуру можна розділити на чотири основні категорії:

1. Будівлі
2. Інфраструктура
3. Транспортні засоби
4. Промисловість і комунальні послуги

Будівлі зазвичай охоплюють житловий сектор та споруди, пов'язані з охороною здоров'я, соціальним сектором, освітою та наукою, культурою, релігією, спортом, туризмом та роздрібною торгівлею. Інфраструктура містить фізичну інфраструктуру для транспортування по суші, воді та в повітрі, як-от дороги, залізниці та водні шляхи. Категорія транспортних засобів, окрім особистих транспортних засобів, може охоплювати трамваї, автобуси, пожежні вантажівки та сільськогосподарську техніку, насамперед усі об'єкти, які пересуваються та використовуються в цивільних цілях. Остання категорія, промисловість і комунальні послуги, є дуже різноманітною та містить енергетичний сектор, промисловість і бізнес-послуги, цифрову інфраструктуру та комунальні послуги.

33. https://www.gov.uk/government/statistics/transport-and-environment-statistics-2023/transport-and-environment-statistics-2023
34. https://sinay.ai/en/how-much-does-the-shipping-industry-contribute-to-global-co2-emissions
35. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_1_Ch1_Introduction.pdf
36. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf

Залежно від наявності даних, можна враховувати лише окремі категорії. У разі потреби користувачі цього посібника можуть додавати нові категорії.

7.11.2 Часові рамки

Здебільшого відбудова пошкодженої та зруйнованої інфраструктури відбувається після закінчення збройного конфлікту, однак у випадку тривалих конфліктів або на більших територіях відбудова може здійснюватись ще під час конфлікту. Відповідно до підходу рівня 1 передбачається, що всі заходи з відбудови відбуватимуться після конфлікту.

7.11.3 Географічні межі

Географічні межі цієї категорії впливу обмежуються об'єктами, що знаходяться в зоні конфлікту. Зумовлені викиди можуть відбуватися і за межами зони конфлікту, приміром через імпорт будівельних матеріалів, вироблених в іншому місці.

7.11.4 Атрибуція

Будівництво є звичайною діяльністю, не пов'язаною зі збройними конфліктами, тому слід враховувати атрибутування до конфлікту. Атрибуцію цієї категорії впливу можна розділити на три елементи.

Перш за все, пошкодження будівель та іншої інфраструктури мало бути спричинене збройним конфліктом і не мати інших причин (зокрема, стихійних лих). Оскільки наслідки військових дій зазвичай залишають чіткі сліди порівняно з іншими причинами (наприклад, землетрусами чи повенями), атрибутування до конфлікту не має бути проблемою, а проте має бути чітко описане.

По-друге, оскільки будівництво є звичайною діяльністю в мирний час, певну пошкоджену інфраструктуру було б побудовано/відбудовано і за відсутності конфлікту. Типовий термін служби будівель або іншої інфраструктури становить понад 50 років, тому теоретично викиди від відбудови слід зменшувати на 2% кожні 12 місяців конфлікту. Втім, враховуючи, що рівень невизначеності даних діяльності та коефіцієнтів викидів є вищим, таке дисконтування можна не робити, зокрема для коротших конфліктів.

Третій елемент стосується встановлення коефіцієнта викидів для будівель: якщо для визначення коефіцієнта викидів використовується підхід життєвого циклу, слід звернути особливу увагу на те, які етапи життєвого циклу враховуються. До прикладу, етапи життєвого циклу B3 (ремонт), B4 (заміна) і B5 (модернізація), як визначено EN-15978, не слід брати до уваги, оскільки ці дії відбувалися б і без впливу конфлікту.

7.11.5 Метод розрахунку

Залежно від моменту оцінки викидів, відбудова може бути «в майбутньому», «в процесі» або «вже завершеною». Застосовуються такі підходи:

РІВЕНЬ 1:
оцінка викидів на основі приблизної оцінки шкоди, спричиненої конфліктом, як-от площа підлоги будівель, довжина доріг і кількість пошкоджених транспортних засобів, а також відновна вартість промислових і комунальних підприємств. Цей рівень здебільшого застосовний, коли інформація щодо рівня пошкодження та способу відбудови обмежена.

РІВЕНЬ 2:
подібний до рівня 1, але інформація про рівень пошкодження та конкретні плани відбудови детальніша.

РІВЕНЬ 3:
оцінка викидів на основі детального плану відбудови, що містить конкретні проєкти або документи на постачання з розрахунками обсягів будівельних матеріалів та вуглецевоємністю цих будівельних матеріалів.

Поточна версія цього документа містить вказівки щодо підходу рівня 1, а рівні 2 і 3 буде додано в майбутніх версіях. За підходом рівня 1 передбачається, що вся зруйнована та пошкоджена інфраструктура буде повністю відновлена до доконфліктного рівня (за відсутності плану, як відбуватиметься відбудова).

Загальні викиди від відбудови є сумою викидів усіх категорій. У кожній категорії викиди визначаються множенням даних діяльності на коефіцієнт викидів. У деяких випадках також слід враховувати рівень пошкодження.

РІВЕНЬ 1:

$$E_{reconstruction} = E_{buildings} + E_{infrastructure} + E_{vehicles} + E_{ind_utilities}$$

де:

$E_{reconstruction}$ — *загальні викиди від відбудови, тонн CO_2 екв.*

$E_{buildings}$ — *викиди від відбудови будівель, тонн CO_2 екв.*

$E_{infrastructure}$ — *викиди від відбудови інфраструктури, тонн CO_2 екв.*

$E_{vehicles}$ — *викиди від відновлення транспортних засобів, тонн CO_2 екв.*

$E_{ind_itilities}$ — *викиди від відбудови промисловості та комунальних послуг, тонн CO_2 екв.*

$$E_{buildings} = C_f * S_{damaged} * EF_{GHG} * 10^{-3}$$

де:

$E_{buildings}$ — *викиди від відбудови будівель, тонн CO_2 екв.*

$S_{damaged}$ — *площа пошкоджених будівель, $м^2$*

C_f — *коефіцієнт пошкодження, який вказує, яка частина будівлі була пошкоджена, безрозмірний*

EF_{GHG} — *коефіцієнт викидів кожного з ПГ на одиницю пошкодженої або зруйнованої площі, кг на $м^2$*

$$E_{infrastructure} = C_f * L_{damaged} * EF_{GHG}$$

де:

$E_{infrastructure}$ — *викиди від відбудови доріг, тонн CO_2 екв.*

$L_{damaged}$ — *довжина пошкодженої дороги, км*

C_f — *коефіцієнт пошкодження, який вказує, яка частина дороги була пошкоджена, безрозмірний*

EF_{GHG} —*коефіцієнт викидів кожного з ПГ на одиницю довжини пошкодженої дороги, тонн CO_2 екв./км*

$$E_{vehicles} = Q_{damaged} * EF_{GHG} * 10^{-3}$$

де:

$E_{vehicles}$ — *викиди від відновлення транспортних засобів, тонн CO_2 екв.*

$Q_{damaged}$ — *кількість пошкоджених транспортних засобів, сума*

EF_{GHG} — *коефіцієнт викидів кожного з ПГ на пошкоджений автомобіль, кг/км*

$$E_{ind_utilities} = V_{damaged} * EF_{GHG} * 10^{-3}$$

де:

$E_{ind_utilities}$ — *викиди від відбудови промислових або комунальних підприємств, тонн CO_2 екв.*

$V_{damaged}$ — *відновна вартість пошкодженого промислового чи комунального підприємства, дол. США*

EF_{GHG} — *коефіцієнт викидів для кожного з ПГ на пошкоджене промислове або комунальне підприємство, кг CO_2 екв. на грошову одиницю*

7.11.6 Дані діяльності

Дані діяльності слід визначати із урахуванням особливостей кожної категорії.

7.11.6.1 Будівлі

У цій категорії основними даними діяльності є пошкоджена або зруйнована площа (у м^2). Площа будівель — це загальна площа підлоги (ЗПП). Хоча в деяких випадках відома лише кількість пошкоджених будівель, щоб отримати ЗПП, типову площу для кожної категорії будівель слід оцінювати передовсім для зони конфлікту.

Збір даних Київською школою економіки

Після початку повномасштабного вторгнення Російської Федерації в Україну Київська школа економіки (КШЕ), в рамках проєкту «Росія заплатить», почала збирати інформацію про пошкоджену цивільну інфраструктуру. КШЕ зібрала інформацію з різних українських міністерств, інших державних джерел або з відкритих джерел. Їх загальна оцінка збитків здійснювалась відповідно до методології Світового банку, де грошові збитки представляють відновну вартість. У категорії «Будівлі» для кожного типу будівель наведено кількість пошкоджених та зруйнованих будівель. Виходячи із середніх площ підлоги цих будівель, було розраховано пошкоджену площу підлоги у м^2.

7.11.6.2 Інфраструктура

Категорія містить багато різних типів інфраструктурних об'єктів, серед яких дороги та, в багатьох країнах, залізниці складають основну частку інфраструктури. В ідеалі слід брати до уваги поверхню пошкоджених доріг, але часто ці дані недоступні, і пошкодження вимірюють як довжину пошкоджених (залізничних) доріг. Тому слід враховувати загальну довжину пошкоджених доріг (у км) та рівень пошкоджень.

7.11.6.3 Транспортні засоби

У цій категорії для кожного виду має бути зафіксовано кількість пошкоджених транспортних засобів. Вона повинна охоплювати транспортні засоби, які використовуються лише для цивільних цілей. Транспортні засоби військового призначення слід враховувати не тут, а в категорії впливу «Виробництво військової техніки».

7.11.6.4 Промисловість і комунальні послуги

Типи будівель і техніки в цій категорії можуть суттєво відрізнятися. Тому оцінка викидів від відбудови на основі зруйнованої поверхні тут не застосовна, і слід використовувати оцінку на основі відновної вартості. Також див. коефіцієнти викидів нижче.

7.11.7 Коефіцієнти викидів

7.11.7.1 Будівлі

Якщо будівлю пошкоджено так, що її неможливо відновити (= знищено), наведені нижче коефіцієнти викидів не слід дисконтувати, а коефіцієнт пошкодження C_f має бути встановлений на рівні 100%. Для будівель, які можна відремонтувати (= пошкоджені), коефіцієнт пошкодження становитиме від 0 до 100%. Оскільки більша частина «вуглецевого сліду» будівлі міститься в самій конструкції, для тих будівель, де конструктивні елементи практично не пошкоджені, відсоток не має бути надто високим. За відсутності детальної інформації для пошкоджених будівель пропонується стандартний відсоток 33% від коефіцієнта викидів.

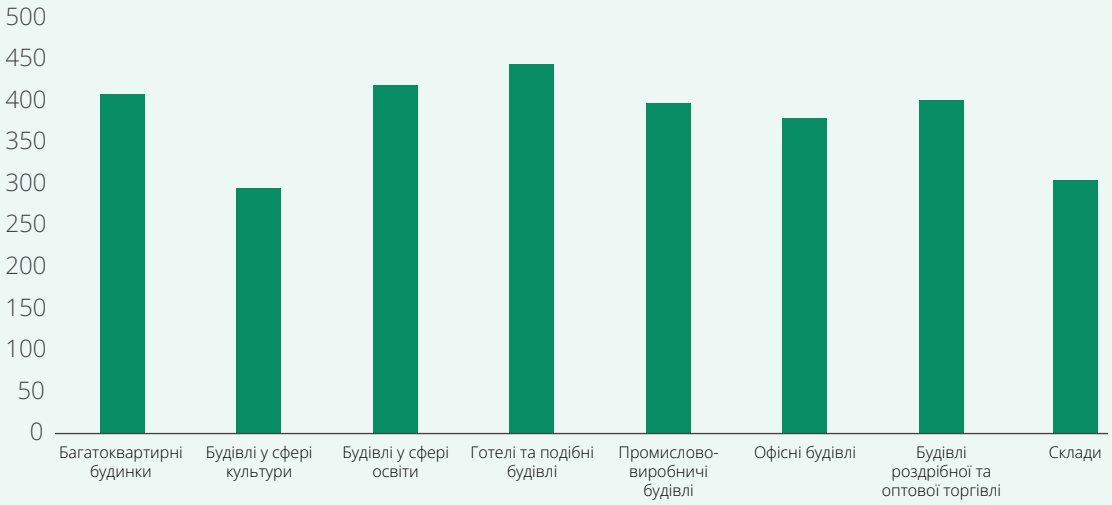
Коефіцієнти викидів можуть суттєво відрізнятися залежно від географічної зони, типу будівель і техніки будівництва. Література з теми стверджує, що типовий «вуглецевий слід» будівлі становить в середньому від 400 до 800 кг CO_2 екв./м^2. Тому при визначенні коефіцієнта викидів для будівель слід враховувати локальні особливості будівельного сектору. Хоча на етап будівництва припадає найбільша частка викидів вуглецю будівель протягом усього терміну експлуатації, рекомендується враховувати всі етапи життєвого циклу для будівель, як описано в EN 15978.

Аналіз життєвого циклу чи аналіз викидів від будівництва?

Усереднений загальний коефіцієнт викидів становить 500 кг CO_2 екв./м^2 для будь-якого типу будівель. Це значення застосовується, наприклад, у дослідженні про війну в Газі[37] і є середнім показником лише для етапу будівництва. Цей коефіцієнт використовується, якщо відсутня інформація про тип пошкоджених будівель і бракує даних про те, які матеріали та методи відбудови поширені в зоні конфлікту.

Другий приклад коефіцієнтів викидів вказано для кожного типу будівлі. Він базується на повному життєвому циклі. Коефіцієнти викидів, подані нижче, базуються на нещодавно спроєктованих у Європі будівлях з урахуванням поточної практики будівництва[38]. Тобто ці коефіцієнти застосовні, якщо очікується, що відбудова, ймовірно, відбуватиметься з використанням найсучасніших будівельних матеріалів і технологій у Європі чи інших країнах Заходу.

Коефіцієнт викидів, кг CO_2 екв./м^2



Третім прикладом є дослідження викидів вуглецю під час видалення будівного сміття з Гази внаслідок конфлікту, розпочатого 7 жовтня 2023 року[39]. Хоча це дослідження розглядає лише викиди під час видалення сміття, воно також пропонує методологію для оцінки рівня пошкодження будівель за допомогою дистанційних методів.

37. A Multitemporal Snapshot of Greenhouse Gas Emissions from the Israel-Gaza Conflict. https://qmro.qmul.ac.uk/xmlui/handle/123456789/94585
38. Embodied carbon benchmark for European buildings. https://oneclicklca.com/resources/research-embodied-carbon-benchmark-euro pean-buildings
39. Estimating Carbon Emissions from Processing Building Debris in Gaza. https://www.researchgate.net/publication/383876523_Estimating_Carbon_Emissions_from_Processing_Building_Debris_in_Gaza

7.11.7.2 Дороги

Дороги внаслідок збройних конфліктів можуть бути суттєво пошкоджені, однак малоймовірно, що вони будуть повністю зруйновані без можливості ремонту: дорожнє покриття чи мости дуже часто можна відновити. Тому коефіцієнт пошкодження здебільшого нижчий за 100%. Рекомендований відсоток за замовчуванням становить 33%, але в районах інтенсивних і тривалих боїв він може бути вищим.

Оцінка життєвого циклу доріг

У Сполученому Королівстві дослідження[40] визначило викиди протягом життєвого циклу для трьох різних типів доріг. Оскільки технічне обслуговування та експлуатація доріг також відбувались для пошкоджених доріг, для визначення коефіцієнта викидів на кілометр дороги використовувались лише *етапи виробництва матеріалів, транспортування матеріалів та будівництва.*

Тип дороги	тонн CO_2 екв./км
Односмугова дорога з роздільною смугою	711
Двосмугова дорога з роздільною смугою	1,672
Трисмугова дорога з роздільною смугою	2,094

7.11.7.3 Транспортні засоби

Якщо транспортний засіб пошкоджено так, що його неможливо відремонтувати (= знищено), коефіцієнт пошкодження має бути встановлений на рівні 100%. Для транспортних засобів, які можна відремонтувати (= пошкоджені), слід встановлювати нижчий коефіцієнт пошкодження. За замовчуванням для пошкоджених транспортних засобів рекомендоване значення 33%.

Приклад коефіцієнта викидів для різних типів транспортних засобів

Для легкових автомобілів проводилось не одне дослідження щодо їх «вуглецевого сліду»[41]. Для інших типів транспортних засобів таких досліджень менше, але коефіцієнт для легкового автомобіля можна використовувати як коефіцієнт за замовчуванням. Оскільки важливим елементом викидів під час виробництва автомобіля є сталь, коефіцієнт викидів інших транспортних засобів можна розрахувати на основі різниці у вазі. Відповідно до цього підходу для кожного типу транспортного засобу можна застосовувати такі коефіцієнти викидів:

Тип	тонн CO_2 екв./транспортний засіб
Легковий автомобіль	5.6
Тролейбус	40.7
Трамвай	125.4
Пожежний автомобіль	89.6
Сільськогосподарська техніка	28.2

40. 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
41. https://www.hotcars.com/the-truth-about-the-carbon-footprint-of-a-new-car-that-no-ones-talking-about

7.11.7.4 Промисловість і комунальні послуги

Ця категорія охоплює широкий спектр різноманітних об'єктів від важкої промисловості, як-от металургійні підприємства, до очисних установок і харчових фабрик. З огляду на це, визначити коефіцієнти викидів внаслідок відбудови на основі площі підлоги, як у випадку з будівлями, часто не є можливим. Для цієї категорії рекомендовані коефіцієнти викидів, що базуються на витратах — на основі екологічно розширеного аналізу витрат і вигод (Environmentally Extended Input Output — EEIO). Ці коефіцієнти відображають обсяги викидів вуглецю станом на момент купівлі певного товару чи послуги за певну вартість (наприклад, у тонн CO_2 екв./дол. США).

Коефіцієнти викидів на основі EEIO

Використовуючи метод EEIO, Сполучене Королівство опублікувало коефіцієнти викидів на основі придбаних у країні товарів за 2019 рік[42]. У разі їх використання в інших країнах, ці коефіцієнти мають бути скориговані відповідно до купівельної спроможності тієї країни чи регіону.

Тип	кг CO_2 екв./фунт стерлінгів
Будівництво	323
Техніка та обладнання	445
Електрообладнання	438
Промисловість і комунальні послуги	384*

* середнє значення для будівництва та техніки

42. UK Department for Environment, Food & Rural Affairs, Conversion factors $KgCO_2$ per £ spent, by SIC code 2021 https://www.gov.uk/government/statistics/uks-carbon-footprint

8. СТРУКТУРА ЗВІТНОСТІ

Щоб забезпечити можливість порівняння різних досліджень викидів, пов'язаних із конфліктами, доцільно систематизувати результати в уніфікованому вигляді відповідно до наведеного нижче формату таблиці.

Значення в тоннах CO_2 екв.	Доконфліктний період	Період конфлікту	Постконфліктний період
Категорії впливу			
Витрати палива на бойові дії			
Використання боєприпасів			
Виробництво військової техніки			
Будівництво фортифікаційних споруд			
Пошкодження енергетичної інфраструктури			
Пожежі в будівлях та спорудах			
Ландшафтні пожежі			
Загальні прямі викиди, пов'язані з конфліктом			
Переміщення біженців та ВПО			
Цивільна авіація			
Порушення ланцюгів постачання			
Відбудова			
Загальні непрямі викиди, пов'язані з конфліктом			
Загальні викиди, пов'язані з конфліктом			

Кожна клітинка має містити одне з таких типів значень:

- розрахункове значення викидів, пов'язаних із конфліктом, у тоннах CO_2 екв.;
- НО («Не оцінюється») — для категорій впливу, які застосовні до конфлікту, але не оцінені через відсутність даних або інші обмеження;
- НЗ («Незастосовно») — для категорій впливу, які вважаються незастосовними до конфлікту; опис результатів має містити коротке обґрунтування того, чому певні категорії впливу вважаються незастосовними.