

# Енергетична безпека, зміна клімату та майбутня відбудова України

Жовтень 2022





## Автори

[Даррік Евенсен](#), старший науковий співробітник Інституту глобального сталого розвитку; асоційований професор кафедри політики та міжнародних відносин Единбурзького університету

[Бенджамін Совакул](#), директор Інституту глобального сталого розвитку; професор кафедри Землі та навколишнього середовища Бостонського університету

Нейт Далтон, співзасновник і генеральний директор Sora Union

Катерина Глебова, керівник української команди локалізації у компанії Sora Union

## Джерела

Дані та аналіз, що вказані у цьому звіті, були отримані зі збору даних Київської школи економіки про шкоду та витрати на відбудову України.

Відповідальність за всі результати та будь-які помилки в цьому звіті несуть автори.

Зображення обкладинки: Shutterstock.com, ID: 1887940069

# Зміст

## **Резюме 4**

### **Відновлення та відбудова України 5**

Величина збитків і вартості 6

Ключові сектори, що постраждали 7

Енергетична галузь 9

Підходи до відновлення енергетичного сектору 10

### **Відбудова та вдосконалення енергетичної інфраструктури 13**

Довоєнні виклики 13

Можливості після війни 13

### **Синтез та рекомендації 17**

**Діаграма 1. Загальні збитки матеріальних об'єктів в Україні від війни росії (дані KSE) 7**

**Діаграма 2. Пошкодження інфраструктури та будівель України за весь час (дані KSE) 8**

**Діаграма 3. Пошкодження інфраструктури та будівель України, менші сектори (дані KSE) 9**

## Резюме

Війна росії проти України триває вже майже 8 місяців. Про підходи до повоєнного відновлення та відбудови України написано чимало доповідей, експертних висновків і коментарів. Тут ми об'єднуємо ключові висновки з цих публікацій, зокрема тих, що стосуються сфери енергетичної інфраструктури. Ми не вважаємо, що маємо повне розуміння контексту, щоб давати конкретні рекомендації щодо майбутнього України; скоріше, ми висловлюємо пропозиції, які Україна могла б розглянути під час подальших досліджень і вдосконалення своїх планів відновлення.

Ключові спостереження:

- Існує багато оцінок витрат на відновлення, як правило, в діапазоні від 200 мільярдів до 1 трильйона доларів США.
- 349 мільярдів доларів США (на відбудову та відновлення) і 750 мільярдів доларів США (включаючи витрати на модернізацію активів, які не були пошкоджені) – це дві основні авторитетні оцінки.
- Житлова і транспортна інфраструктура зазнали найбільшої шкоди.
- Сама енергетична інфраструктура зазнала відносно невеликої шкоди порівняно з перерахованими вище секторами, але значні інвестиції у понад 200 мільярдів доларів потрібні для фінансування нового підходу до виробництва і споживання енергії, а також для енергетичної безпеки в країні.
- Найбільші можливості для змін в енергетичних системах, ймовірно, є в областях, які найбільше постраждали від війни росії проти України. Сюди входять географічні регіони та певні економічні сектори та підгалузі.
- Передбачається суттєвий перехід до відновлюваних джерел енергії з різким зростанням вітрової та сонячної енергетики в південних регіонах України та збільшенням потенціалу виробництва біомаси.
- Атомна енергетика все ще буде потрібна, і очікується, що її потужність зростатиме протягом наступного десятиліття.
- Неefективне централізоване теплопостачання та старий і погано утеплений житловий фонд є ключовими проблемами в Україні. У відповідь на ці занепокоєння заплановано масштабні інвестиції в енергоефективність і нові підходи до опалення – насамперед теплові насоси.
- Україна бачить важливу роль водню у своїй новій енергетичній системі, хоча існують певні занепокоєння щодо відносної цінності та ефективності таких систем.
- Важливі рішення України в майбутньому стосуватимуться того, які заходи з енергоефективності просуваються та приймаються. Також вони стосуватимуться

відносної ролі ядерної, вітрової, сонячної енергії, теплових насосів, біопалива та водню, а також того, де і коли робити кожен з цих змін.

## Відновлення та відбудова України

Відколи росія вторглася в Україну 24 лютого 2022 року, спосіб життя та економіка перевернулися; життя та засоби до існування постійно зазнавали шкоди, руйнувалися та піддавалися ризику. Велику частину руйнувань неможливо адекватно виміряти конкретними грошовими оцінками – втрачені життя, розбиті сім'ї, зруйноване майбутнє, знищені важливі історичні та культурні місця – а втім, численні суб'єкти прагнули кількісно визначити частину збитку. Вони зосереджуються на збитках, завданих фізичній інфраструктурі, і вартості заміни цих частин фізичного капіталу. Деякі розрахунки також включають оцінки економічних витрат через втрату продуктивності, хоча ці оцінки зазвичай обліковуються окремо.

### Величина збитків і вартості

У перші місяці війни з'явився шквал оцінок збитків і вартості відбудови. Кульмінацією стало число в 750 мільярдів доларів, яке вперше було запропоноване через Національний план відновлення України, підготовлений урядом України та представлений на [Конференції з відновлення України](#)<sup>1</sup> в Лугано, Швейцарії, 4-5 липня 2022 року. Ця оцінка все ще використовувалася Україною станом на вересень 2022 року для вартості заміни втраченого фізичного капіталу відповідно до принципів «краще, ніж було», а також «потреб у відновленні економіки та додаткових потреб на модернізацію активів, які не зазнали пошкоджень і руйнувань»<sup>2</sup>. Також у вересні 2022 року уряд України спільно з Європейською комісією та Світовим банком оприлюднили звіт, в якому лише вартість відбудови оцінюється в 349 мільярдів доларів<sup>3</sup>.

Перш ніж сама Україна надала оцінку в 750 мільярдів доларів, було представлено багато інших оцінок, більшість з яких такої ж величини. Експерти [Інституту Кеннана Центру Вільсона](#) з дослідження росії та Євразії<sup>4</sup> (травень 2022 р.) та окремо Вернер Гоєр, голова [Європейського інвестиційного банку](#)<sup>5</sup> (червень 2022 р.) висунули передбачувану оцінку вартості відбудови в один трильйон доларів США. Це була найвища із запропонованих оцінок. Згідно з [планом відбудови України Центру досліджень економічної політики](#)<sup>6</sup> (квітень 2022) було запропоновано оцінку в діапазоні 500-1000 мільярдів доларів.

---

<sup>1</sup> <https://www.urc2022.com/>

<sup>2</sup> <https://kse.ua/about-the-school/news/du-to-the-last-estimates-damage-caused-to-ukraine-s-infrastructure-during-the-war-is-114-5-bl/>

<sup>3</sup> Ukraine Rapid Damage and Needs Assessment, accessed from: <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2022/09/09/ukraine-recovery-and-reconstruction-needs-estimated-349-billion>

<sup>4</sup> <https://www.wilsoncenter.org/blog-post/reconstruction-ukraine-three-experts-offer-priorities-future>

<sup>5</sup> <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-06-21/ukraine-reconstruction-may-cost-1-1-trillion-eib-head-says>

<sup>6</sup> <https://cepr.org/content/blueprint-reconstruction-ukraine>

У цьому ж звіті було запропоновано аналіз, який показує, що попередні приклади допомоги на відбудову могли вказати на суму для відбудови України в діапазоні 200-500 мільярдів доларів. Проте цей аналіз численних проєктів відбудови на Близькому Сході та в Європі після Другої світової війни застеріг, що через контекстуальні відмінності між країнами, яким була потрібна відбудова, найкращою точкою порівняння (якщо така є) є післявоєнний план Маршалла. Зрозуміло, що існує багато проблем щодо застосування відбудови 75-річної давнини до того, що потрібно після поточної війни. [Центр стратегічних і міжнародних досліджень](#)<sup>7</sup> (червень 2022) пропонує таке саме число в 200-500 мільярдів доларів, але визнає, що деякі авторитетні оцінки досягають позначки в 1 трильйон доларів.

Окрім одноразових загальних оцінок величини збитків та вартості відбудови, [Київська школа економіки](#) (KSE)<sup>8</sup> (у партнерстві з Офісом Президента України, Міністерством економіки України, Міністерством з питань реінтеграції тимчасово окупованих територій України, Міністерством інфраструктури України та Міністерством розвитку громад та територій України) здійснила довгостроковий збір даних і аналіз для хронології збитків від війни росії проти України. Це дослідження включає збір даних від громадян за допомогою [онлайн-форми](#),<sup>9</sup> яку може заповнити будь-хто в Україні, щоб повідомити про пошкодження будь-якого фізичного об'єкта внаслідок російських атак. Люди, які заповнюють форму, можуть зазначити подробиці, охарактеризувати пошкодження за допомогою кількох спадних меню та завантажити фотодокази. Цей проєкт триває з лютого, і KSE щонайменше щомісяця надає оновлену інформацію про загальний збиток. Окрім кількості пошкоджених або знищених об'єктів, дослідники KSE оцінюють вартість заміни. Вони постійно оновлюють свою методологію, щоб якомога точніше відобразити витрати на відбудову. Станом на 5 вересня 2022 року загальна сума збитку (але не більші витрати, пов'язані з відновленням пошкоджень) становила 114,5 мільярда доларів (Діаграма 1).

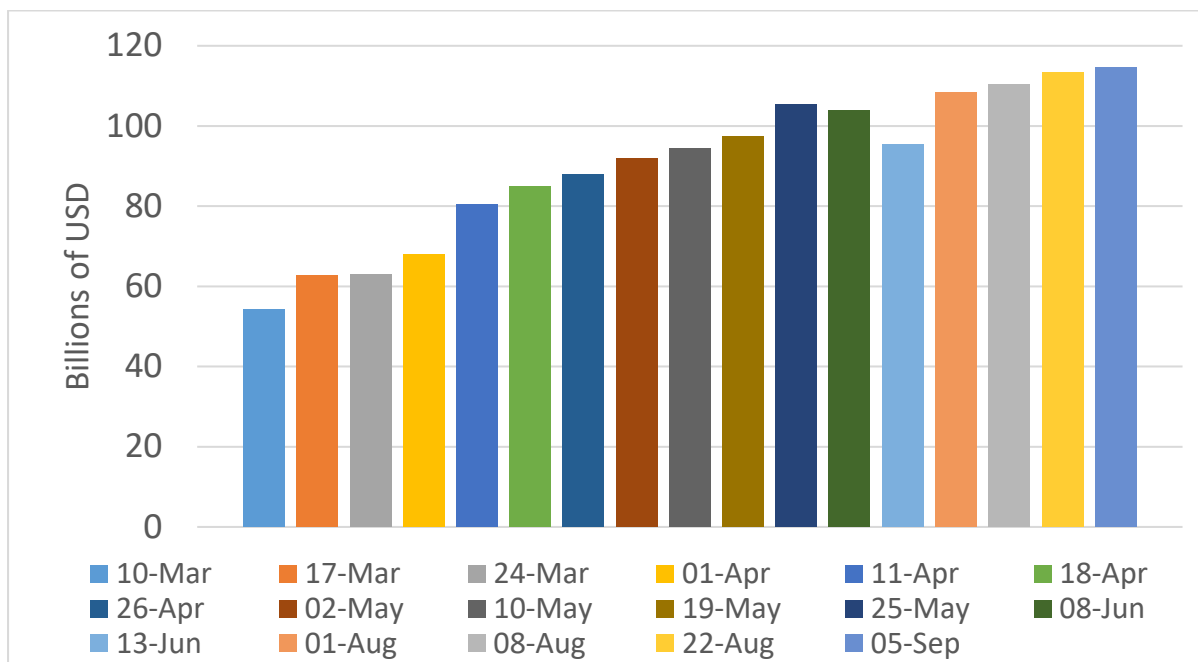
Діаграма 1 показує, що майже половина збитків, заподіяних протягом семи місяців війни, була заподіяна протягом перших двох тижнів (тобто станом на 10 березня – першу дату, коли було надано оцінку). Числа взято з пресрелізів KSE, наданих у режимі реального часу, оскільки збір даних триває. Протягом тижнів і місяців оновлень від KSE ми спостерігаємо періоди лінійного зростання пошкоджень та інші випадки нелінійних змін. Крім того, завдяки постійному оновленню методології, яка використовується для оцінки вартості відновлення повідомленого збитку, періодично спостерігаються зменшення загальної оцінки збитку (так було двічі в червні).

---

<sup>7</sup> <https://www.csis.org/analysis/10-most-pressing-questions-ukraines-economic-reconstruction>

<sup>8</sup> <https://kse.ua/russia-will-pay/>

<sup>9</sup> <https://damaged.in.ua/>



**Діаграма 1.** Загальні збитки матеріальних об'єктів в Україні від війни росії (дані KSE)

### Ключові сектори, що постраждали

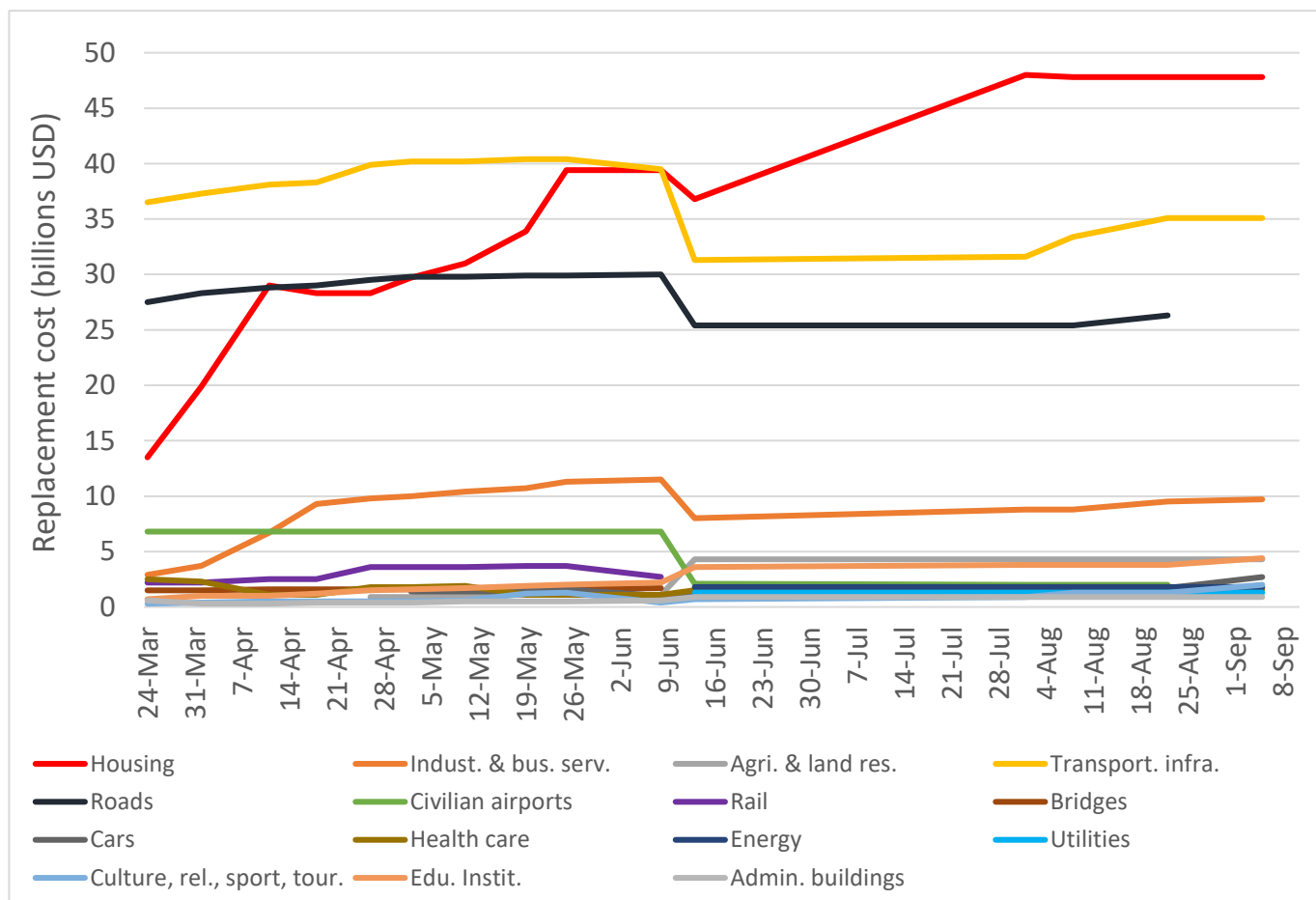
База даних Київської школи економіки збирає інформацію про низку секторів і підгалузей інфраструктури, які постраждали та зруйновані російською агресією. Галузеві дані повідомляються в регулярних пресрелізах KSE, хоча представлені категорії змінювалися кілька разів від одного оновлення до наступного. Дві сфери, які зазнали найбільшої шкоди, – це транспортна інфраструктура (найбільше до червня) та житлове будівництво (найбільше з червня) (Діаграма 2). Велика 244-сторінкова доповідь Європейської комісії (ЄК), Світового банку (СБ) та українського уряду про збитки та відбудову України підтверджує, що ці дві сфери домінують з точки зору заподіяної шкоди. Оцінки в тому звіті наведені з початку війни до 1 червня 2022 року та порівнюються з оцінками KSE – 39,2 млрд доларів США (звіт ЄК/СБ) проти 39,4 млрд (KSE) на житло та 29,9 млрд доларів США (звіт ЄК/СБ) проти 31,6 млрд (KSE) для транспортної інфраструктури.

Діаграма 2 показує, що пошкодження транспортної інфраструктури було значним у перший місяць війни (KSE опублікувала перший галузевий звіт про збитки до 24 березня) і в основному через руйнування доріг, хоча аеропорти, морські порти та залізниця також включені. З березня до цього загального збитку додалося дуже мало. Навпаки, дані показують стрімке та постійне зростання пошкоджень житлового фонду. Станом на 5 вересня 2022 року [KSE](https://kse.ua/about-the-school/news/ue-to-the-last-estimates-damage-caused-to-ukraine-s-infrastructure-during-the-war-is-114-5-blm/)<sup>10</sup> повідомляє, що щонайменше 115 900 будинків і 15 300 квартир були пошкоджені або зруйновані. Однак це число залежить від окремих прямих звітів про пошкодження та є суттєво заниженим. Згідно зі звітом ЄК/СБ, пошкоджено 816 000

<sup>10</sup> <https://kse.ua/about-the-school/news/ue-to-the-last-estimates-damage-caused-to-ukraine-s-infrastructure-during-the-war-is-114-5-blm/>



одиниць житла (310 000 не підлягають ремонту), 85% з яких є квартирами. Збитки особливо великі в Донецькій, Луганській, Харківській та Київській областях, де, ймовірно, відбулося 82% усіх пошкоджень житла<sup>11</sup>.



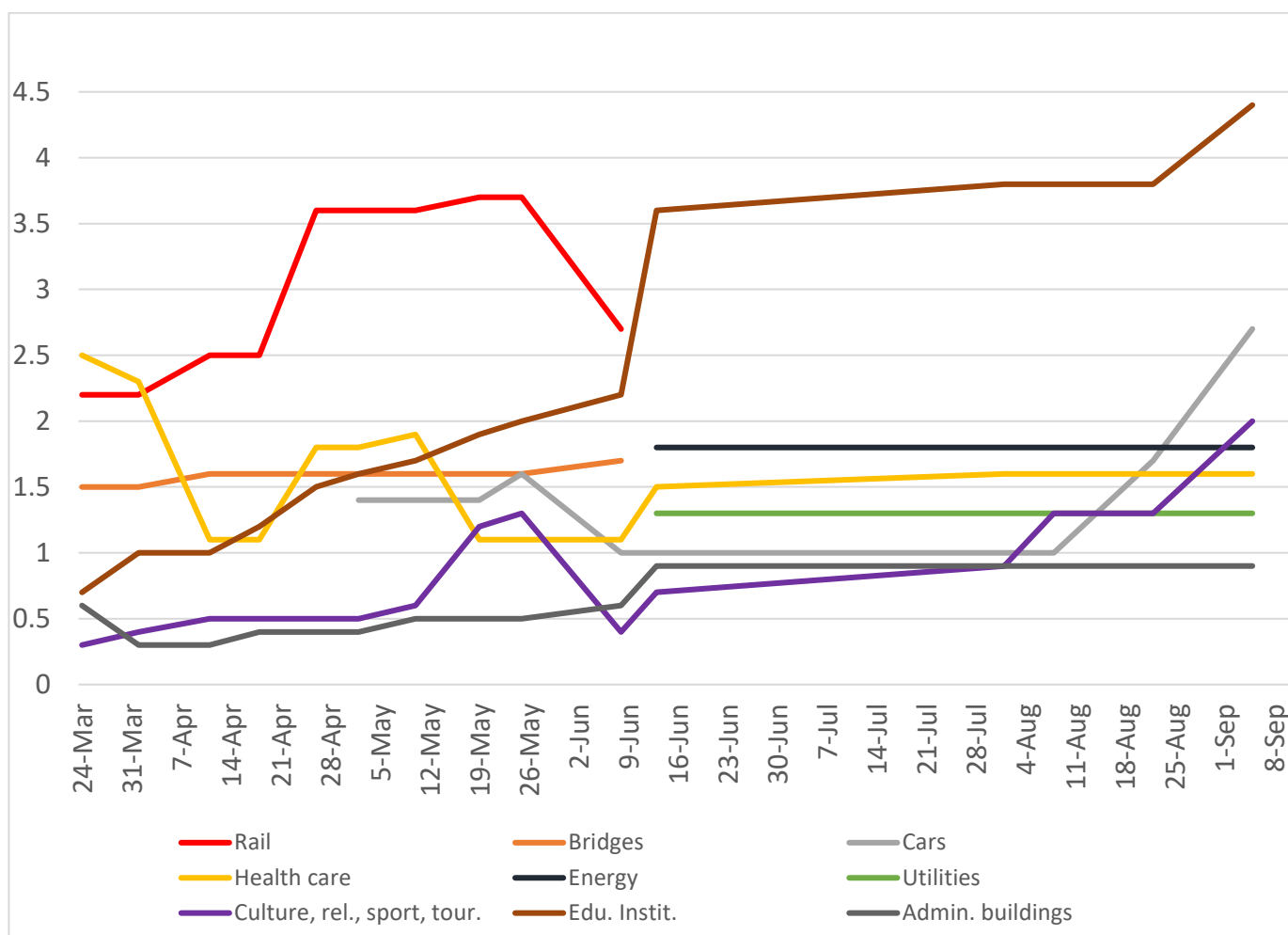
**Діаграма 2.** Пошкодження інфраструктури та будівель України за весь час (дані KSE)

Збитки, завдані транспортній інфраструктурі та житловому сектору, явно перевищують загальний економічний збиток, завданий іншим секторам. Більш детальне уявлення про сектори дає Діаграма 3, на якій представлено ті самі дані, що й на Діаграмі 2, але за винятком найбільших секторів та підгалузей (наприклад, житлове будівництво, транспортна інфраструктура, дороги, промисловість та бізнес-послуги, сільськогосподарський сектор, земельні ресурси і цивільні аеропорти).

Сектори та підгалузі, що представлені на Діаграмі 3, показують постійне збільшення пошкоджень шкіл і дитячих садків, нещодавнє збільшення пошкоджень автомобілів і помітні коливання, але незначне збільшення в кількох інших секторах. Знову ж таки, KSE постійно оновлює свою методологію для оцінки вартості заміни та іноді змінює те, що включено до кожної категорії. Оцінки збитку у менших секторах від KSE та ЄК/СБ також

<sup>11</sup> European Commission, World Bank, and Ukraine Government. Ukraine Rapid Damage and Needs Assessment.

збігаються (наприклад, 3,6 млрд доларів проти 3,4 млрд доларів відповідно в сфері освіти; 0,7 млрд доларів проти 1,1 млрд доларів у сфері культури та туризму).



**Діаграма 3.** Пошкодження інфраструктури та будівель України, менші сектори (дані KSE)

### Енергетична галузь

Одним із секторів, який, на перший погляд, зазнав відносно незначних витрат, є енергетика. KSE позначає «енергетичну галузь» незмінною, а завдані їй збитки становлять 1,8 мільярда доларів США з моменту її першого включення в оновлення KSE 13 червня до останнього оновлення 5 вересня. Подібним чином збиток, завданий «комунальним послугам», залишається незмінним протягом того самого періоду на рівні 1,3 мільярда доларів. Цілком можливо, що ці цифри здаються досить низькими через неповну звітність. Оскільки велика частина даних для хроніки витрат на заміну походить від громадян, що повідомляють про пошкодження, які вони спостерігають, у звітах, поданих до KSE, може бути більш відображена приватна, а не суспільна інфраструктура та об'єкти. Проте загальна сума 1,8 млрд доларів США + 1,3 млрд доларів США в червні 2022 року

точно відповідає оцінці звіту ЄК/СБ про збитки в енергетичному секторі в 3,1 млрд доларів США, що розділені на 1,4 млрд доларів США для енергетики, 0,7 млрд доларів для централізованого теплопостачання, 0,5 млрд доларів США на газову інфраструктуру та 0,4 млрд доларів на інфраструктуру транспортування палива.

Важливим застереженням при обговоренні збитку є те, що оцінений збиток не дорівнює вартості відбудови та відновлення. У звіті ЄК/СБ ці потреби оцінюються в 10,4 млрд доларів (2,4 млрд доларів для енергетичного сектору, 1,35 млрд доларів для централізованого опалення, 5,85 млрд доларів для газової інфраструктури та 0,8 млрд доларів для нафтової промисловості). Крім того, витрати на відновлення енергетичного сектору також значною мірою залежатимуть від того, який вибір буде зроблено для відбудови енергетичної інфраструктури. Україна постійно висловлювала своє бажання зробити після війни «краще, ніж було»<sup>12</sup> як для життя свого народу, так і для того, щоб узгоджуватися з баченням і планами Європейського Союзу (через поточний статус України як кандидата на вступ до ЄС)<sup>13</sup>.

Крім конкретних збитків, завданих інфраструктурі, і 5 мільярдів доларів, які за оцінками потрібні для поповнення запасів природного газу, значні витрати можуть припасти на модернізацію, перехід до виробництва енергії з низьким вмістом вуглецю та заходи з енергоефективності (наприклад, розумні мережі, оцифрування та зелене будівництво). Проекти Національного плану відновлення України, які працюють у цих сферах, коштуватимуть понад 200 мільярдів доларів із загальної оцінки відновлення у 750 мільярдів доларів.

## Підходи до відновлення енергетичного сектору

Було опубліковано безліч коментарів про те, як покращити, модернізувати та декарбонізувати енергетичну галузь в Україні після війни. Головною відправною точкою та початковою базою для всіх таких оцінок має бути стан енергетичних систем в Україні до війни, а також масштаби та поширення шкоди цим системам у результаті війни росії проти України. Детальне розуміння того, що було та які функції були знищені, може допомогти у розумінні підходів до відновлення.

Через значну залежність від інфраструктури радянської епохи житловий фонд України до війни був дуже неефективним щодо споживання енергії. Наприклад, приблизно 40% опалення житла в Україні забезпечується через системи централізованого теплопостачання<sup>14</sup>; однак ці системи вимагають 250-400 кВт-год/м<sup>2</sup> на рік, у порівнянні з менш ніж половиною цього показника в Скандинавії (150 кВт-год) і однією четвертою

---

<sup>12</sup> Lugano Conference, Ukraine's National Recovery Plan, and Ukraine Rapid Damage and Needs Assessment

<sup>13</sup> Ukraine National Recovery Council. 2022, July. Ukraine National Recovery Plan. Accessed from: <https://www.urc2022.com/urc2022-recovery-plan>.

<sup>14</sup> <https://keepwarmeurope.eu/countries-in-focus/ukraine/english/>

цього обсягу в будівлях із енергоефективними заходами (60-80 кВт-год)<sup>15</sup>. Централізоване теплопостачання суттєво постраждало під час війни, особливо в Донецькій області — лише в Донецькій області було завдано збитків на суму понад 0,5 мільярда доларів США та майже 1 мільярд доларів на відновлення. Національний план відновлення України передбачає 11 мільярдів доларів на модернізацію централізованого теплопостачання по всій Україні. Окремо в плані передбачено, що 59 мільярдів доларів буде потрібно на програми енергоефективності житлових будинків, а також додатково 29 мільярдів доларів на енергоефективність соціальної інфраструктури.

Що стосується електроенергії, то більшість електроенергії в Україні вироблялася до війни на атомних електростанціях (51,4% у 2020 році)<sup>16</sup>. Відновлювані джерела зробили незначний внесок у виробництво внутрішньої електроенергії: у 2020 році 5,1% виробництва було отримано від гідроенергії, 4,0% від сонячної енергії, 2,2% від вітру та 0,5% від інших відновлюваних джерел енергії. Завдяки привабливій програмі «зелених» тарифів в Україні частка вітрової та сонячної енергетики помітно зросла за останні кілька років<sup>17</sup>, але фінансування такої програми буде під питанням через економічні наслідки війни. Під час війни нова установка для виробництва енергії з відновлюваних джерел, зрозуміло, стагнувала. Крім того, деякі оцінки свідчать про те, що 30-40% сонячних електростанцій було пошкоджено<sup>18</sup>, тоді як інші прогнозують, що 1 ГВт встановленої потужності (близько 15% сонячних електростанцій) було знищено<sup>19</sup>. Інфраструктура передачі електроенергії також зазнала значної шкоди, особливо в Запоріжжі, де швидка оцінка збитків і потреб в Україні становить 0,5 мільярда доларів США на потреби у відновленні електроенергії тільки в цьому регіоні.

Сьогодні сонячні установки найбільш представлені в Одесі, Миколаєві, Запоріжжі, Херсоні та Дніпрі; саме тут існують найкращі перспективи для виробництва фотоелектричних сонячних батарей<sup>20</sup>. Ці ж п'ять регіонів південної та центральної України мають найвищий потенціал для наземних вітроенергетичних установок; також є перспективи до 250 ГВт потужностей морської вітроенергетики в Україні<sup>21</sup>. Національний план відновлення України передбачає потребу в 15 млрд доларів для фінансування потужностей відновлюваної енергії потужністю 5-10 ГВт, а також додатково 3,5 ГВт ГЕС і ГАЕС. Окрім сонця та вітру, Україна вбачає роль біомаси у своєму енергетичному майбутньому: за оцінками для розробки біопалива з сільськогосподарської продукції та відходів потрібно близько 4,2 мільярда доларів. У деяких коментарях говориться про

---

<sup>15</sup> Ukraine Rapid Damage and Needs Assessment

<sup>16</sup> BP (2021). BP Statistical Review of World Energy, July 2021, 70<sup>th</sup> edition. Retrieved from: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>.

<sup>17</sup> <https://www.trade.gov/energy-resource-guide-ukraine-renewable-energy>

<sup>18</sup> <https://statensolar.com/2022/07/01/ukraine-powering-forward-with-solar/>

<sup>19</sup> <https://www.pv-tech.org/ukraines-solar-pv-sector-grinds-to-a-halt-with-15-of-installed-capacity-lost/>

<sup>20</sup> <https://www.trade.gov/market-intelligence/ukraine-renewable-energy-market>

<sup>21</sup> [https://www.globsec.org/publications/renewable-energy-in-ukraine-a-solution-for-european-energy-security-and-for-shifting-the-eu-gnd-eastward/#\\_ftn4](https://www.globsec.org/publications/renewable-energy-in-ukraine-a-solution-for-european-energy-security-and-for-shifting-the-eu-gnd-eastward/#_ftn4)

великі можливості щодо біомаси через статус України як великого виробника сільськогосподарської продукції<sup>21</sup>.

Жодна розмова про енергетику в Україні не обходиться без атомної енергетики. Російські війська атакували атомні електростанції під час війни та тримали їх у ролі заручників. Незважаючи на це, електростанції в основному продовжували виробляти електроенергію, і через значне зниження попиту під час війни та підключення України до ENTSO-E (Європейської електромережі) у березні 2022 року Україна стала експортером електроенергії під час війни. До війни імпорт ядерного палива України повністю залежав від росії.<sup>22</sup> Україна оцінює потребу для розширення ядерних потужностей після війни в 14 мільярдів доларів.

Хоча ведуться численні розмови про перехід до низьковуглецевих рішень і майбутнього в Україні, країні також необхідно розглянути роль викопного палива в коротко- та середньостроковій перспективі. У 2020 році Україна виробляла 26% електроенергії з вугілля і 10% з газу. Крім того, газ і вугілля використовуються для виробництва енергії для вищезгаданих неефективних систем централізованого тепlopостачання в Україні. До війни Україна імпортувала 31% своїх газових потреб<sup>23</sup>, що дає змогу Національному плану відновлення визначити, що для розширеної розробки внутрішніх газових родовищ, включаючи обмежені/нетрадиційні ресурси, потрібно приблизно 18 мільярдів доларів.

Україна чітко бачить майбутнє у своєму енергетичному балансі за газом, але також має амбіції замінити частину використання газу воднем. Національний план відновлення визначає потужність понад 30 ГВт з відновлюваних джерел енергії, необхідну для виробництва екологічно чистого водню, вартістю 38 мільярдів доларів, з окремими 7 мільярдами доларів на 15 ГВт потужності електролізера та 2 мільярдами доларів на інфраструктуру транспортування водню. «Зелений» водень, вироблений з відновлюваної електроенергії, можна використовувати для декарбонізації житлових і централізованих систем опалення та/або промислової декарбонізації.

---

<sup>22</sup> Ukraine Rapid Damage and Needs Assessment

<sup>23</sup> Ukraine Rapid Damage and Needs Assessment

## Відбудова та вдосконалення енергетичної інфраструктури

Український уряд, численні міжнародні організації та експерти з питань енергетики дали поради щодо того, як краще відновити інфраструктуру після закінчення війни в Україні. Ми лише узагальнюємо та розширюємо ці аналізи та рекомендації.

### Довоєнні виклики

Щоб відобразити частину контексту, пов'язаного зі вищезгаданими енергетичними системами в Україні, ми виділяємо кілька ключових викликів і обмежень для виробництва й постачання тепла та електроенергії в Україні:

- Суворі обмеження для скорочення споживання енергії через неефективність використання енергії (особливо для централізованого опалення)
- Старий, неефективний та погано утеплений житловий фонд
- Проблеми енергетичної безпеки: залежність від росії в галузі ядерного палива та газу, використання українських АЕС як знаряддя війни, відсутність децентралізованого виробництва електроенергії
- Обмежене виробництво відновлюваної енергії
- Переважна більшість потенціалу виробництва сонячної та вітрової енергії припадає на території, які росія окупувала та на які вона незаконно претендує; це також обмежує можливості морської вітроенергетики принаймні в найближчій перспективі<sup>24</sup>
- Загальне занепокоєння щодо прозорості, корупції та структури енергетичного ринку в Україні, що обмежує можливості для реформ

### Можливості після війни

Незважаючи на вищезазначене занепокоєння, існують значні можливості для покращення енергетичних систем в Україні як у короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі. Ми розподіляємо їх за кількома економічними секторами та підсекторами.

#### *Житловий сектор*

Житловий сектор зазнав найбільших збитків. Вартість заміни понад 800 000 одиниць складає майже 50 мільярдів доларів. Цей сектор, ймовірно, найбільш здатний до вдосконалення в плані енергетики. У регіонах з особливо великими збитками – Донецькій, Луганській, Харківській та Київській областях – енергоефективні заходи можуть бути впроваджені особливо ефективно. Донеччина також є регіоном з найвищим рівнем пошкодження централізованого теплопостачання. Коли ця територія більше не буде під

---

<sup>24</sup> <https://www.csis.org/analysis/opportunities-and-challenges-renewable-energy-generation-ukraine>

контролем росії, вона може стати демонстраційним майданчиком для енергоефективних будівель із застосуванням передових систем опалення (за допомогою теплових насосів).

Уряд України визначив як теплові насоси (до 29 мільярдів доларів США для їх використання для індивідуального та централізованого опалення), так і водень (принаймні 47 мільярдів доларів США для виробництва та передачі) як нову технологічну енергетичну систему, яка потребує розвитку. Незважаючи на те, що уряди ЄС і Великобританії вважають водень провідним та вигідним перехідним паливом, особливе занепокоєння виникло в результаті нещодавніх досліджень конкурентоспроможності водню для опалення та гарячої води<sup>25</sup>. Якщо потужності відновлюваних джерел енергії будуть суттєво розширені з метою генерації «зеленого» водню, можливо, буде ефективніше використовувати цю відновлювану енергію для роботи теплових насосів. Хоча теплові насоси втрачають ефективність в особливо холодні зими, варто відзначити, що південні регіони, де існує найвищий потенціал виробництва відновлюваної енергії за рахунок вітру та сонця, також є теплішими регіонами, де теплові насоси працюватимуть з найвищою ефективністю. Водень все ще може відігравати важливу роль у декарбонізації важкої промисловості (наприклад, металургії, «зеленої» сталі), але його слід розглядати обережно та в світлі компромісів щодо інших шляхів використання відновлюваної електроенергії для виробництва водню.

### *Виробництво відновлюваної енергії*

Хоча деяке розширення відновлюваної енергетики може відбутися в короткостроковій перспективі, доведеться почекати, поки росія більше не окупуватиме регіони на півдні, адже Одеська, Миколаївська, Запорізька, Херсонська та Дніпропетровська області мають найбільший потенціал розвитку сонячної та вітрової енергетики. У 2020 році приблизно 12% електроенергії в Україні було вироблено з відновлюваних джерел; перед війною, у 2021 році, Україна поставила за мету, щоб до 2035 року 25% усієї споживаної енергії (не тільки виробництва і не тільки електроенергії) надходило з відновлюваних джерел<sup>26</sup>. Завдяки своїй відносно великій для Європи території Україна має значний потенціал для виробництва енергії від вітру, сонця та біомаси. Крім того, прагнення України перейти від статусу кандидата в ЄС до статусу повноправної держави-члена стимулюють Україну робити внесок у досягнення цілей ЄС щодо низького рівня викидів вуглецю та чистого нульового викиду. Нещодавнє підключення України до ENTSO-E пропонує засіб для експорту електроенергії з відновлюваних джерел одночасно для отримання доходу від експорту та зниження інтенсивності викидів вуглецю в ЄС.

При розгляді енергетичних систем України після війни важливо зауважити те, що жоден варіант не стане панацеєю. Вітрова та сонячна енергетика мають значну потужність, але вона в основному обмежується кількома регіонами, які зараз окуповані росією. Теплові

<sup>25</sup> Rosenow, J. (2022). Is heating homes with hydrogen all but a pipe dream? An evidence review. *Joule*. [https://www.cell.com/joule/fulltext/S2542-4351\(22\)00416-0](https://www.cell.com/joule/fulltext/S2542-4351(22)00416-0)

<sup>26</sup> <https://www.trade.gov/energy-resource-guide-ukraine-renewable-energy>

насоси мають значний потенціал, особливо в поєднанні з енергоефективністю та модернізацією теплоізоляції, але вони стають менш ефективними в регіонах з холодними зимами. Біомаса може стати додатковим джерелом енергії, але перетворення продовольчих культур на енергію має здійснюватися обережно та свідомо, щоб не загострити і не продовжити глобальну проблему нестачі їжі, яка виникла з початку війни в Україні. Жодна панацея також не вказує на те, що ядерне та викопне паливо продовжуватимуть відігравати роль в енергетичній системі. Ця роль має бути продуманою, а не стандартною.

### *Атомна енергетика*

Національний план відновлення України включає бачення збільшення ядерного виробництва більш ніж на 38% у 2032 році порівняно з рівнем 2019 року. Україна явно зацікавлена в розширенні загального виробництва енергії, зменшенні залежності від імпорту, забезпеченні економічної вигоди від експорту до ЄС та зниженні викидів вуглецю в Європі в цілому. Тому, хоча деякі експертні коментарі щодо енергетичних переходів в Україні після війни застерігають від великомасштабної атомної енергетики через проблеми безпеки, такі як ті, що виникли внаслідок нападу росії на Запорізьку АЕС та її захоплення, Україна чітко розглядає це як необхідність, поряд із розширенням потужностей відновлювальних джерел енергії.<sup>27</sup> Можливо, майбутнє атомної енергетики в Україні має зосередитися на тому, як зробити її максимально безпечною та захищеною, а не на тому, чи включати її в енергетичний баланс, чи ні. У розмовах можна розглянути географічне розміщення таких станцій, а також тип і масштаб установок – можливо, заглиблюючись у розмови про реактори на розплавах солей та малі модульні реактори.<sup>28</sup>

### *Газ, нафта і вугілля*

Газ буде важливим компонентом енергетичних систем України в коротко- та середньостроковій перспективі для забезпечення потреб в опаленні, прямо залежно від швидкості, з якою Україна зможе модернізувати свої системи теплопостачання. Наявність газу для забезпечення невідкладних потреб в опаленні є, безсумнівно, головною метою енергетичної безпеки та обов'язковою умовою. Оскільки у 2020 році газ для виробництва електроенергії становив лише 10%, це не є серйозною проблемою. Таким чином, для переходу від газу, підвищення енергоефективності та теплові насоси стають сприятливим підходом у сфері житла, а певний рівень виробництва екологічно чистого водню дозволяє зменшити використання газу у важкій промисловості.

Проте розробка нових газових родовищ – це довгостроковий проєкт і довгострокові інвестиції. Зокрема, якщо Україна прагне розширити їх на нетрадиційні/важкодоступні

---

<sup>27</sup> <https://news.climate.columbia.edu/2022/03/14/ukraine-demonstrates-the-problem-with-nuclear-power/>;  
<https://www.nature.com/articles/d41586-022-02239-0>

<sup>28</sup> <https://world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/molten-salt-reactors.aspx>;  
<https://www.energy.gov/ne/advanced-small-modular-reactors-smrs>



формації, це потребуватиме іноземної технічної експертизи та масштабних досліджень. Необхідно ретельно розглянути часові горизонти, коли реально може початися комерційне виробництво, разом із баченням України щодо того, наскільки довго газ відіграватиме значну роль у її енергетичному балансі.

Нафта відіграє дуже незначну роль у виробництві електроенергії в Україні (1% або менше); переважно використовується в транспортній сфері. Національний план відновлення України містить чітке бачення відмови від використання нафти шляхом розширеної електрифікації (транспорту), заміни водню, де це необхідно, та будівництва кращих сполучних шляхів до ЄС. Вугілля все ще відіграватиме роль в енергетичній системі в найближчій та середньостроковій перспективі, оскільки 80% ТЕС зараз працюють на вугіллі. Однак, дві вугільні електростанції та три вугільні шахти вже були суттєво пошкоджені під час війни і не підлягають відновленню. Україна прагне якомога швидше вилучити вугілля зі свого енергетичного балансу, згідно з Національним планом відновлення очікується, що його частка буде зменшена з 18% у 2019 році до 2% в енергетичному балансі у 2032 році. Очікується, що атомна енергетика та біогаз/метан заповнять цю прогалину.

## СИНТЕЗ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Про підходи України до повоєнного відновлення та відбудови написано сотні, якщо не тисячі сторінок. Наша мета полягала в тому, щоб об'єднати ключові висновки цієї великої роботи, зокрема у сфері енергетичної інфраструктури. Важливо, що наші рекомендації базуються на чітких цілях, які Україна ставить перед собою у своєму Національному плані відновлення. Ми чітко уникаємо будь-яких спроб академічного імперіалізму; будь-які наші пропозиції зосереджені на темах, які Україна могла б розглянути під час вдосконалення своїх планів відновлення, а не на зовнішніх перспективах конкретних дій, які є найкращими для їхньої країни.

Наше перше спостереження полягає в тому, що найбільші можливості для змін є в тих областях, які найбільше постраждали від війни росії проти України. Сюди входять географічні регіони, наприклад чотири регіони, у яких було зруйновано 82% житлового сектору, та певні економічні сектори та підгалузі, які гостро постраждали – опалення житлових будинків у Донецькій області, інфраструктура передачі електроенергії у Запоріжжі, та вугільні шахти і вугільні електростанції, які були пошкоджені та не підлягають ремонту.

Будь-яка серйозна руйнівна подія може стимулювати нелінійні зміни в прийнятті технологічних та економічних рішень<sup>29</sup>. Необхідність масштабної реконструкції транспортної інфраструктури, переважно доріг, може сприяти досягненню цілей України щодо електрифікації транспорту, щоб зменшити залежність від нафти (85 % якої імпортувалося до війни). Відродження сільськогосподарського виробництва після війни може запропонувати можливість переглянути ступінь ролі біопалива та те, як збалансувати це із харчовими потребами. Інші зміни, такі як збільшення кількості сонячних і вітряних установок, можуть створити можливості для спільного розміщення сільськогосподарських культур з енергетичними проєктами.

Руйнування значної частини житлового сектору, особливо на Півдні, де сонячний потенціал найвищий, може створити можливості для оцінки потенціалу включення дахової сонячної енергії в плани будівництва. Оскільки простір на даху та орієнтація будівлі є ключовими для установок на даху, такі проєкти можуть бути набагато перспективнішими для новобудов, ніж для модернізації<sup>30</sup>.

Україна бачить очевидний потенціал для переходу на водень – розглядаючи це як можливість зменшити залежність від газу та нафти і використовувати відносно дешеву

---

<sup>29</sup> Kivimaa, P., Laakso, S., Lonkila, A., & Kaljonen, M. (2021). Moving beyond disruptive innovation: A review of disruption in sustainability transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 38, 110-126. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221042242030143X>

<sup>30</sup> Schneider Electric. 2022. Towards net-zero buildings: A quantitative study. <https://www.se.com/ww/en/insights/sustainability/sustainability-research-institute/towards-net-zero-buildings-a-quantitative-study.jsp>

електроенергію з відновлюваних джерел для забезпечення надлишкового виробництва та експорту водню. Це могло б зміцнити економіку та енергетичну безпеку. Водночас Україна передбачає значні інвестиції в теплові насоси. Ми рекомендуємо провести ретельний аналіз того, якою мірою 30+ ГВт доданої відновлюваної електроенергії було б більш ефективно та економічно спрямовано на живлення теплових насосів або створення водню. Можуть бути також різні наслідки для енергетичної безпеки, залежно від того, які джерела енергії замінюються.

Роль атомної енергетики також потребує детального розгляду через занепокоєння безпекою атомних станцій, які росія використовує як інструменти війни. Перехід на енергію з низьким вмістом вуглецю та відмова від використання вугілля вимагають більше додаткової потужності, ніж можуть забезпечити одні тільки відновлювані джерела енергії. Якщо атомна енергетика має заповнити цю прогалину, важливе значення мають посилення на електростанції та потенційні технологічні інновації, які можуть захистити електростанції від катастрофи. Якщо Україна передбачає значне розширення великомасштабної атомної енергетики, це ще більше підкреслює цінність додаткової вітрової та сонячної енергії, особливо сонячної енергії на дахах та громадської вітрової енергії. Протягом усієї війни маломасштабне децентралізоване виробництво електроенергії було важливим рятувальним кругом і резервом енергетичної безпеки, коли громади були відключені через зруйновану інфраструктуру<sup>31</sup>.

Заключна рекомендація стосується додаткових даних і потреб у дослідженнях. У документі Європейської комісії та Світового банку під назвою «Швидка оцінка збитків і потреб в Україні»<sup>32</sup> чітко зазначено, що значні прогалини в даних і загальні припущення впливають на поточні оцінки збитків і потреб у відбудові та відновленні. Попри те, що важливо знати повний масштаб збитків, набагато більшим питанням – як з економічного, так і з політичного погляду – є те, як буде структурована енергетична система після війни.

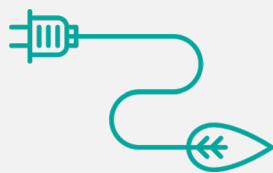
Збиток, завданий енергетичному сектору України внаслідок війни з росією, наразі оцінюється в 3 мільярди доларів, а близько 10 мільярдів доларів потрібно для відновлення. Україна<sup>33</sup> визнає потребу у понад 200 мільярдах доларів для фінансування нового підходу до виробництва, споживання та безпеки енергії в країні. Основні рішення стосуватимуться того, які заходи з енергоефективності просуються та приймаються; відносної ролі атомної, вітрової, сонячної енергії, теплових насосів, біопалива та водню; а також того, де і коли робити кожну з цих змін.

---

<sup>31</sup> <https://www.pv-magazine.com/2022/05/02/ukraine-is-there-a-pessimistic-solar-scenario-no/>

<sup>32</sup> <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2022/09/09/ukraine-recovery-and-reconstruction-needs-estimated-349-billion>

<sup>33</sup> Ukraine National Recovery Plan, <https://www.urc2022.com/urc2022-recovery-plan>



Даррік Евенсен, Бенджамін Совакул, Нейт Далтон та Катерина Глебова, 2022.  
*Енергетична безпека, зміна клімату та майбутня відбудова України.*  
(Опубліковано Інститутом глобального сталого розвитку Бостонського  
університету, Бостон, Массачусетс, США). Доступно за адресою [bu.edu/igs](https://bu.edu/igs).

© 2022 — Всі права

**Boston University** Institute for Global Sustainability