

Постачання електроенергії та газу в Україні: зима 2025/26 рр.

Аналіз безпеки постачання після атак у листопаді 2025 року



Роберт Девон КАРР, Франк МЕЙССНЕР та Владислав МІХНИЧ

26 листопада 2025 р. – Версія 1.1

SPONSORED BY THE



Federal Ministry
of Research, Technology
and Space

Обсяг та рамки нашого аналізу

- З кінця жовтня **посилені атаки росії** на енергетичну систему України призвели до швидкого погіршення раніше керованої ситуації з електропостачанням взимку. Потрібен перегляд оцінки безпеки такого постачання.
- Наш аналіз базується на даних, обсяг яких постійно скорочується і які залишаються **непевними**:
 - Публікація офіційних даних обмежена, тому ми значною мірою покладемося на довгостроковий моніторинг українських новинних видань та джерел у соціальних мережах.
 - Статус генеруючих потужностей, електромережі та трансформаторів залишається незрозумілим; локальні відключення можуть бути серйознішими, ніж прогнозується тут, якщо електроенергію неможливо буде транспортувати всередині країни або з імпорту.
 - Ми працюємо над заповненням цих прогалів – зокрема шляхом моніторингу супутникових даних та збору графіків відключень.
- Ми підготували **огляд електроенергетичної та газової інфраструктури станом на середину листопада** та прогноз щодо запасів газу протягом опалювального сезону, виходячи з внутрішнього видобутку та очікуваного збільшення імпорту після руйнувань наприкінці жовтня. Непідтверджені повідомлення про майже повне відновлення видобутку газу не були включені в цю роботу.
- Ми представляємо очікувані відключення електропостачання, використовуючи дані щодо генеруючих потужностей станом на середину листопада 2025 року, за умови відсутності подальших атак та вжиття контрзаходів.
- Наостанок, ми показуємо, як тривалість планових відключень для побутових споживачів збільшилася після атак у листопаді.

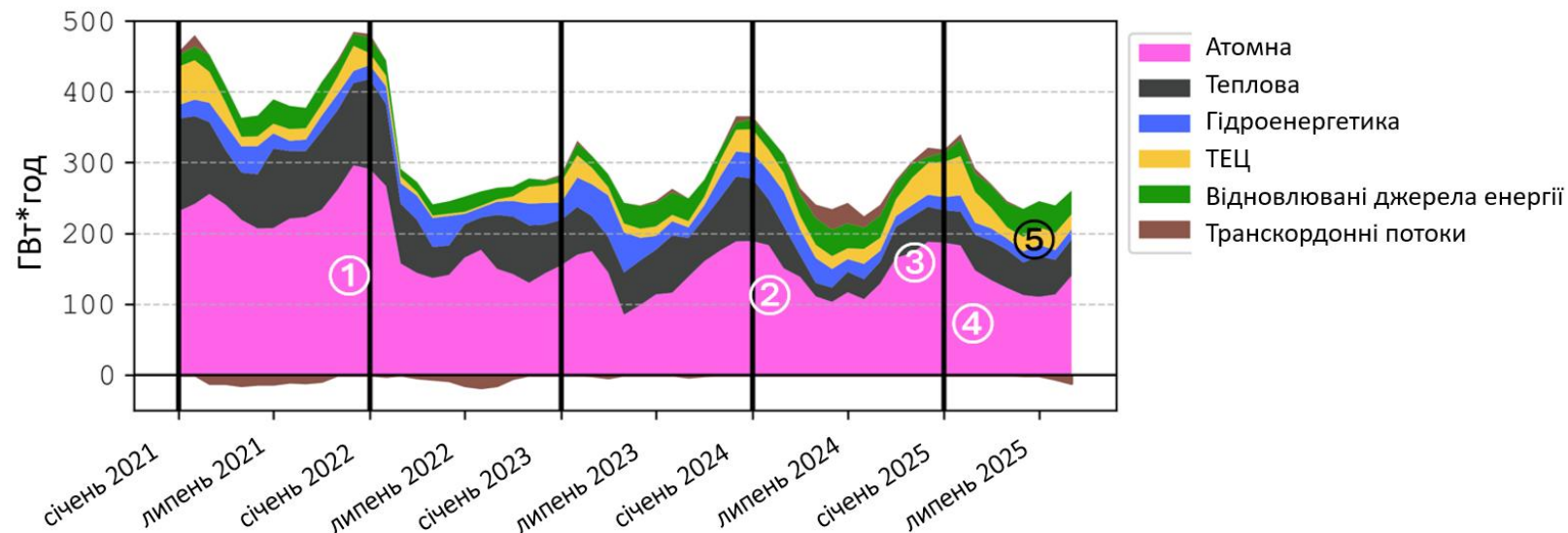


Електроенергетичний сектор: Огляд останніх 3 років війни росії проти енергетичного сектору України



Електроенергетичний баланс України постійно адаптується до російських атак

Середньодобове постачання електроенергії в Україні за місяцями (2021 – дотепер)



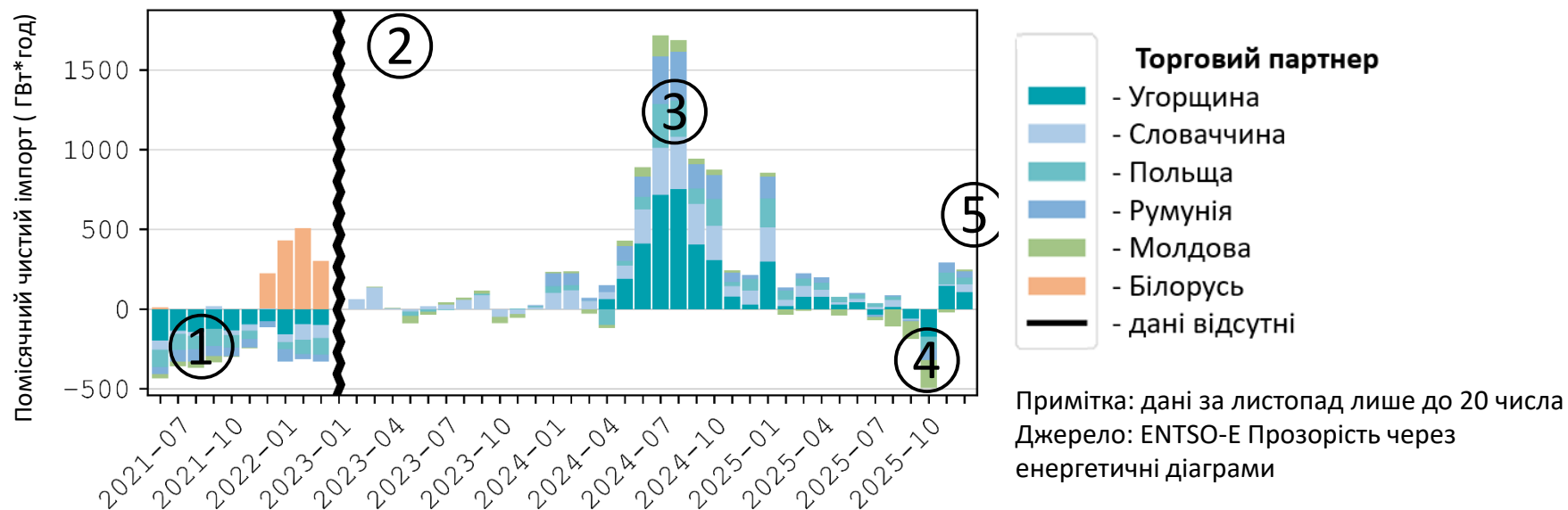
Від початку російської агресії було визначено чотири масштабні порушення електропостачання в Україні:

- ① анексія **Запорізької АЕС** взимку 2022 року призвела до втрати 6 ГВт генеруючих потужностей,
- ② значне руйнування **теплових потужностей** навесні 2024 року призвело до суттєвих втрат у генерації,
- ③ збільшення **ліміту імпорту для України** з 1700 до 2100 МВт з 1 грудня 2024 року,
- ④ цілеспрямовані атаки постійно погіршують стан **гідроенергетичних потужностей** – найгнучкіших та найбільш швидко реагуючих джерел України, а також
- ⑤ попри пошкодження під час війни та навантаження на мережу, **зростання ВДЕ** залишалося стійким.



Після нещодавніх атак Україна знову стала нетто-імпортером у жовтні

Транскордонна торгівля електроенергією в Україні – щомісячний чистий імпорт (ГВт·год)

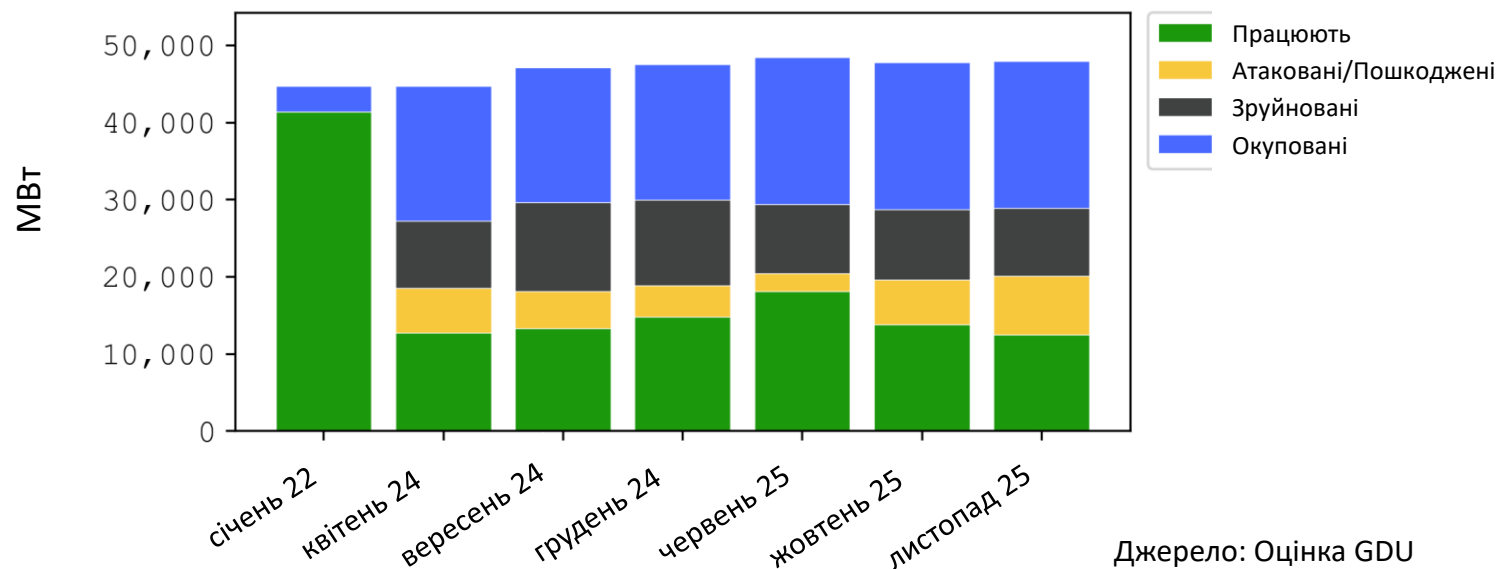


- ① До лютого 2022 року Україна була нетто-експортером електроенергії, інтегрованим у систему IPS/UPS.
- ② Після повномасштабного вторгнення синхронізація з ENTSO-E на початку 2022 року супроводжувалася втратою імпорту з Білорусі.
- ③ Значне зростання імпорту в середині 2024 року (понад 1,5 ТВт·год/місяць) для покриття внутрішнього дефіциту після російських атак навесні 2024 року.
- ④ Після ремонту потужностей у 2024 році імпорт стабілізувався, знизився, а чистий експорт відновився з середини 2025 року.
- ⑤ Залежність від імпорту знову зростає у жовтні 2025 року після подальших атак з боку росії.



Успішна ремонтна кампанія протягом весняних і літніх місяців

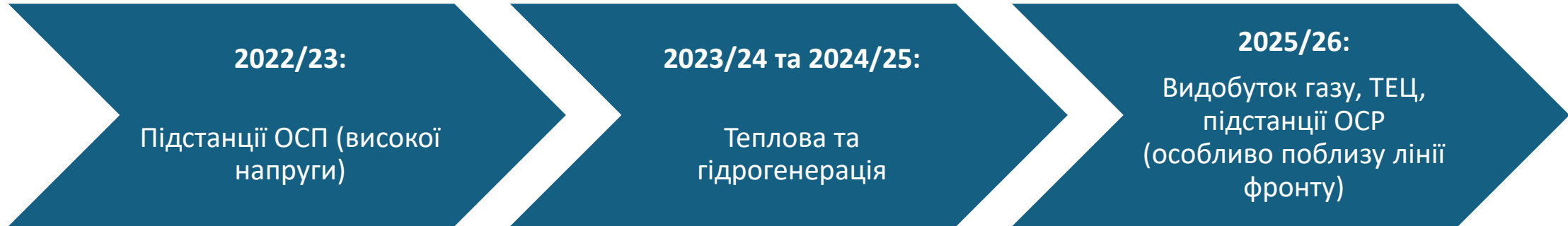
Встановлена потужність за експлуатаційним станом з плином часу (без урахування потужностей вітрової та фотоелектричної енергії)



Джерело: Оцінка GDU

- **До 2022 року Україна мала надлишкові генеруючі потужності.** Це особливо стосувалося вугільних електростанцій.
- Вони неодноразово зазнавали атак з боку росії, які завдавали пошкодження й без того старій та неефективній інфраструктурі.
- Руйнування внаслідок атак у жовтні 2025 року в основному торкнулися ТЕЦ та інфраструктури на рівні ОСР, такої як трансформатори.
- Унаслідок окупації та руйнувань **потужності відновлюваної енергетики скоротилися з 9,6 ГВт (січень 2022 р.) до 7,4 ГВт у жовтні 2025 р.**
- **Атаки в листопаді 2025 року** особливо сильно вдарили по вугільних електростанціях, вперше з квітня 2024 року знизивши доступні традиційні потужності нижче 13 ГВт.

Росіяни використовують різноманітні стратегії для пошкодження енергетичної інфраструктури України



- Протягом першої зими повномасштабного вторгнення атаки були зосереджені переважно на **високовольтній мережі**, зокрема на високовольтних підстанціях, з метою порушити роботу системи.
- Протягом другої та третьої зими, і особливо з березня 2024 року, росія здійснювала масштабні атаки на **телові та гідроелектростанції України**. Відновлення електрогенеруючих потужностей займає більше часу (і потребує більших витрат), ніж відновлення передавальних потужностей, що призводить до широкомасштабного обмеження електропостачання після масштабних атак.
- У лютому 2025 року, і особливо з жовтня 2025 року, **видобуток газу** значно постраждав від масштабних атак – деякі джерела вказують на втрату ~60% виробничих потужностей.
- Напередодні зими 2025/26 років ми також спостерігали збільшення кількості атак на **теплоелектроцентралі (ТЕЦ) та підстанції середньої/низької напруги** операторів систем розподілу (ОСП), особливо в районах, близьких до лінії фронту.
- Ці стратегії **не є взаємовиключними** – ми все ще бачимо продовження атак на високовольтні підстанції та електростанції, але зміна фокусу показує, як агресор адаптує свою стратегію, вимагаючи постійної адаптації від України та її міжнародних союзників для збереження електропостачання і тепла в домівках.

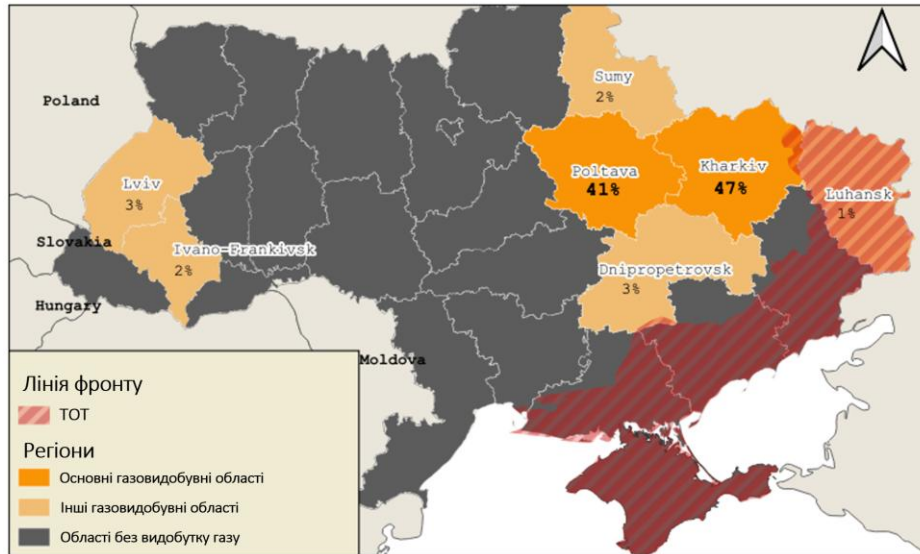


Газовий сектор:

Технічна ситуація та прогноз на зиму 2025 – 2026 років

Огляд газового сектору в Україні

Регіональні частки видобутку газу (станом на 2019 рік)



Джерело: GDU за матеріалами Radio Free Europe

Ключові факти газового сектору

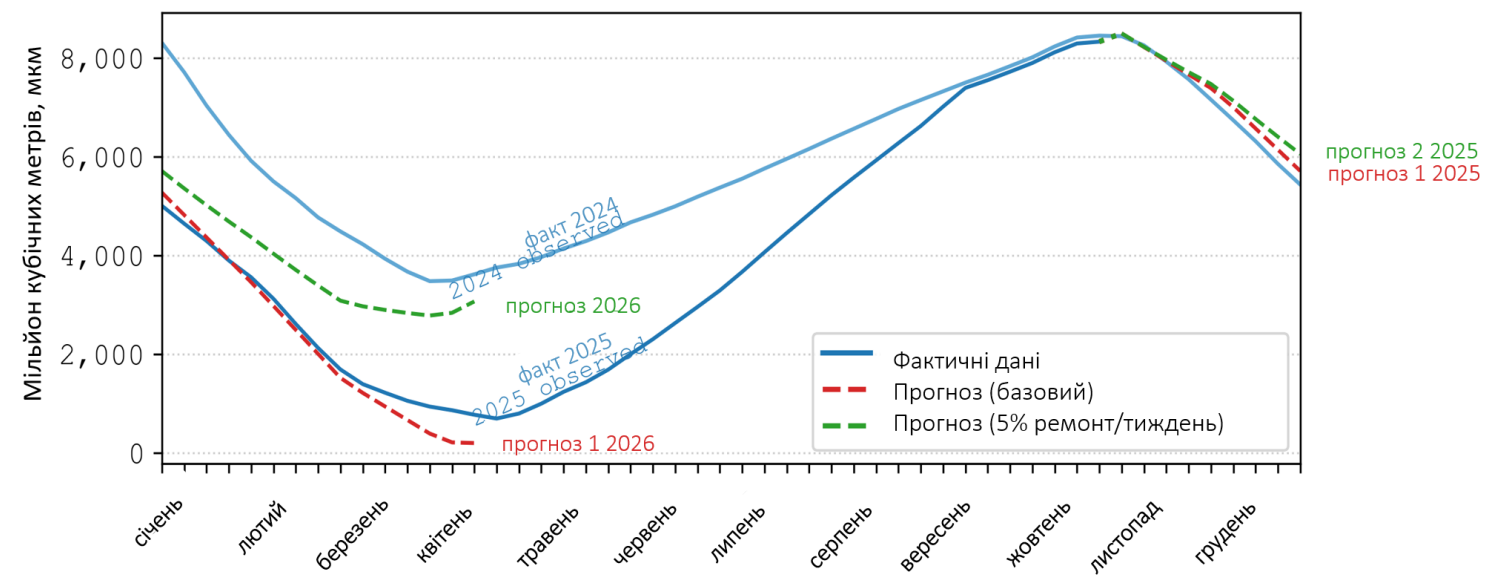
- **Споживання** газу скоротилося з 80 мільйонів кубічних метрів на добу (млн. куб. м/д) у 2021 році до 55 млн. куб. м/д у 2023 році.
- Взимку споживання становить близько 100 млн. куб. м/д, тоді як влітку – лише 23 млн. куб. м/д (2023).
- Протягом зими 2023 року понад 80% газу використовували побутові споживачі, централізоване тепlopостачання та ТЕЦ.

- **Видобуток** газу зосереджений на сході України.
- Загальний обсяг видобутку у 2024 році становив близько 50 млн. куб. м/д, покриваючи понад 90% споживання. У липні 2025 року видобуток досяг 52 млн. куб. м/д.
- За наявними повідомленнями, російські атаки у жовтні 2025 року вплинули на 60% видобувних потужностей, що означатиме зниження до 21 млн. куб. м/д.
- **Імпорт** має покрити різницю. Наявні імпорتنі потужності перевищують 50 млн. куб. м/д.
- У липні 2025 року планувалося імпортувати 26 млн. куб. м/д протягом опалювального сезону 2025/26.
- З листопада планується збільшення зимового імпорту приблизно на 30% (+8 млн. куб. м/д).
- **Запаси газу** у середині жовтня становили 8500 млн. кубічних метрів.
- **Непідтверджена інформація з середини листопада** свідчить про те, що 95% видобувних потужностей знову перебувають в експлуатації (це не відображається в нашому сценарії).

Джерела: MEA, Expro, Reuters, MEA, Інтерфакс, Bruegel

З жовтневими руйнуваннями можна було б впоратися за рахунок збільшення імпорту

Рівні запасів за тижнями: фактичні та прогнозовані за 2024-2025 роки (2 сценарії)



Джерело: Оцінка GDU, на основі даних Bruegel та Bloomberg

- Якщо припустити, що з листопада 2025 року по березень 2026 року збережеться зниження видобутку газу на 60%, а споживання та імпорт залишаться на рівні минулого року, **запаси газу будуть вичерпані до березня 2026 року.**
- Очікується, що значні **реверсні потоки (імпорт) з ЄС** покриватимуть попит у цьому випадку (**базовий сценарій**).
- **Додаткове поступове відновлення видобутку (ремонт ~5% наразі зруйнованих потужностей на тиждень)** призвело б до створення запасів у 3000 млн. куб. м до березня 2026 року.



Електроенергетичний сектор: прогноз на зиму 2025 – 2026 років



Методологія

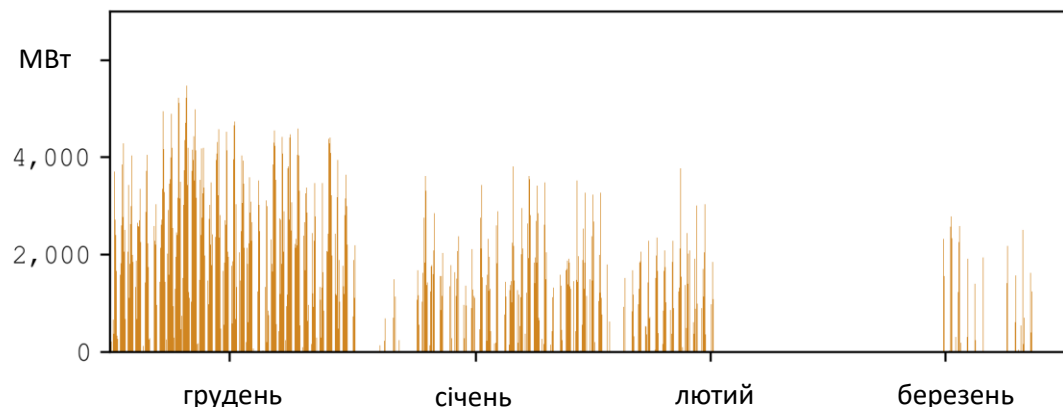
- Ми аналізуємо два сценарії:
 - За **базовим сценарієм** ми оцінюємо необхідні обсяги обмеження електропостачання, виходячи з нашої оцінки поточного стану системи.
 - За **сценарієм кризи із постачанням тепла** ми припускаємо, що подальше руйнування ТЕЦ восени 2025 року (близько 1 ГВт теплової енергії) буде компенсовано додатковим використанням електричних обігрівачів у будинках.
- Це базується на оптимальній погодинній диспетчеризації, враховуючи:
 - коливання попиту та генерації з відновлюваних потужностей,
 - технічні параметри теплових електростанцій,
 - графік технічного обслуговування та доступність атомних електростанцій, а також
 - імпорتنі потужності.
- Для аналізу електроенергетичного сектора ми використовуємо модель електроенергетичної системи на основі PyPSA (1), розроблену в рамках проекту GDU. Ця модель вже використовувалася в попередніх аналізах щодо необхідних відключень електроенергії.

(1) Т. Браун, Й. Хьорш, Д. Шлахтбергер, [PyPSA: Python для аналізу енергетичних систем](#), 2018, [Journal of Open Research Software](#), 6(1), [arXiv:1707.09913](#), [DOI:10.5334/jors.188](#)



Аналіз відключень електроенергії у листопаді: Базовий сценарій

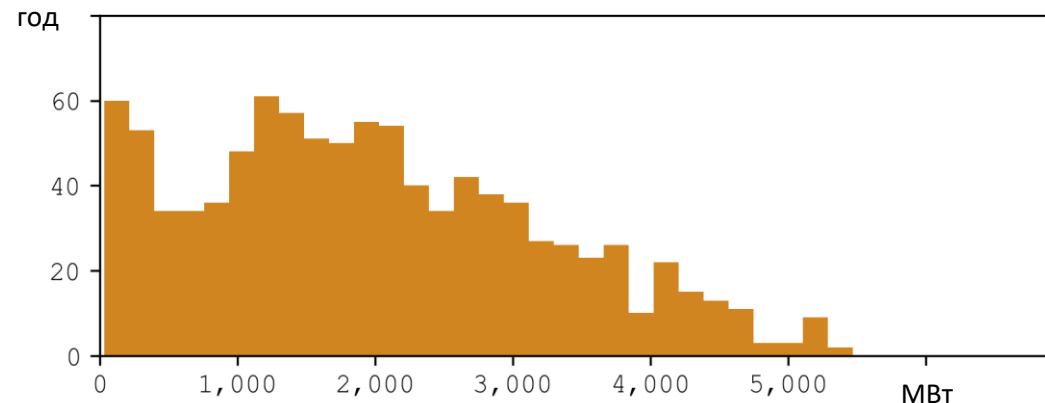
Траєкторія скидання навантаження



Джерело: Оцінка GDU на основі результатів моделювання RuPSA

- У базовому сценарії ми припускаємо наступне:
 - Наша оцінка працюючих генеруючих потужностей є правильною та залишається незмінною до квітня 2026 року.
 - Чистий попит на електроенергію з грудня 2025 року по березень 2026 року становитиме 32 ТВт·год.
 - Імпортні потужності збільшаться у грудні 2025 року з 2100 МВт до 2300 МВт.

Гістограма скидання навантаження



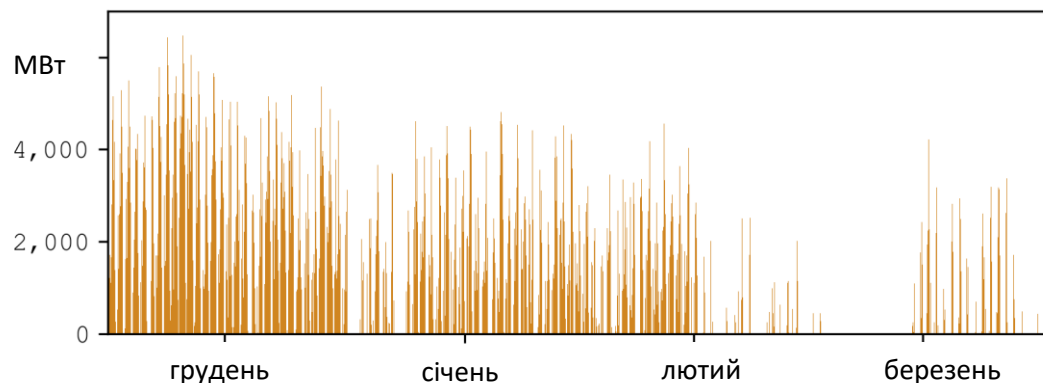
Джерело: Оцінка GDU на основі результатів моделювання RuPSA

- Скидання навантаження є необхідним у 35% годин і сумарно становить близько 2 ТВт·год.
- Максимальний обсяг обмеження навантаження становить близько 5,5 ГВт, що відповідає приблизно 34% пікового навантаження.
- **Порівняно з нашим жовтневим аналізом відключень, що базується на працюючих потужностях станом на 24 жовтня, обсяг обмеження навантаження зріс у шість разів.**



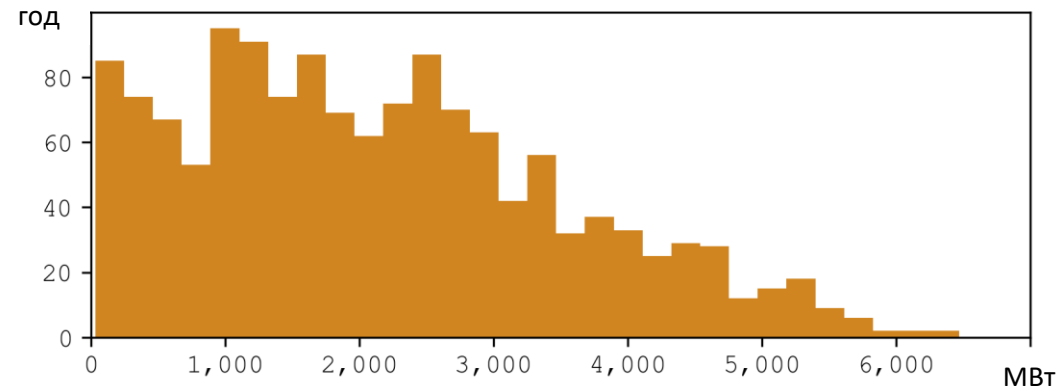
Аналіз відключень електроенергії у листопаді: сценарій кризи із постачанням тепла

Траєкторія скидання навантаження



Джерело: Оцінка GDU на основі результатів моделювання PyPSA

Гістограма скидання навантаження



Джерело: Оцінка GDU на основі результатів моделювання PyPSA

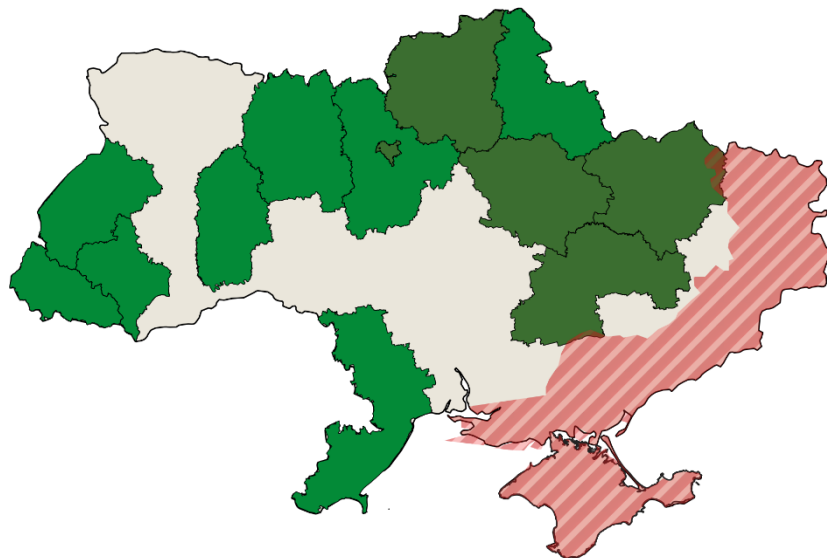
- У сценарії кризи із постачанням тепла ми припускаємо наступне:

- Ті ж самі припущення, що й у базовому сценарії, але
- Електричне опалення збільшує попит на електроенергію на 2 ТВт·год: ми припускаємо, що побутові споживачі замінюють централізоване тепlopостачання електричними обігрівачами вранці та ввечері робочих днів та з ранку до вечора у вихідні.
- Необхідна електроенергія для додаткового електричного опалення (ГВт на годину) скоригована з урахуванням температури на основі кліматичного року 2019.

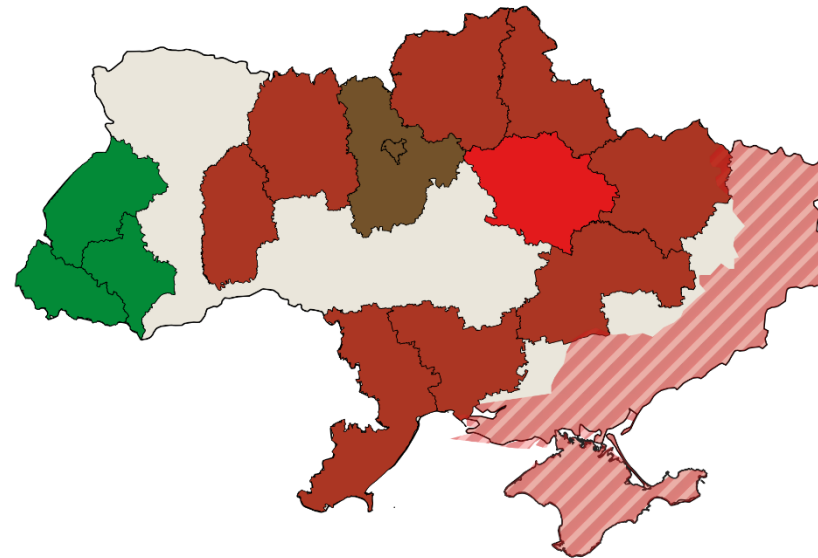
- Обсяг обмеження навантаження збільшується на 30% і сумарно становить 3 ТВт·год.
- Максимальне значення становить 6,5 ГВт (на 1 ГВт більше, ніж у базовому сценарії).
- Скидання навантаження відбувається приблизно в 50% годин.
- Найбільші обсяги обмеження навантаження припадають на період з 15:00 до 18:00.
- Оскільки незадоволений попит на опалення під час годин скидання навантаження буде компенсований пізніше, може виникнути додатковий попит на електроенергію, який у цій моделі не враховано.

Планові відключення електроенергії для побутових споживачів за областями (∅ годин на добу)

27 жовтня – 2 листопада

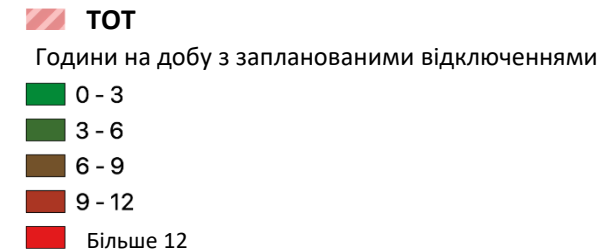


10 листопада – 16 листопада



Джерело: Оцінка GDU на основі різноманітних повідомлень місцевих ОСР

- Ми порівняли планові відключення електроенергії для побутових споживачів у 14 областях протягом двох тижневих періодів: один до та один після масованих атак в листопаді.
- Результати показали значне збільшення середньої тривалості відключень електроенергії.



green deal
UKRAINA

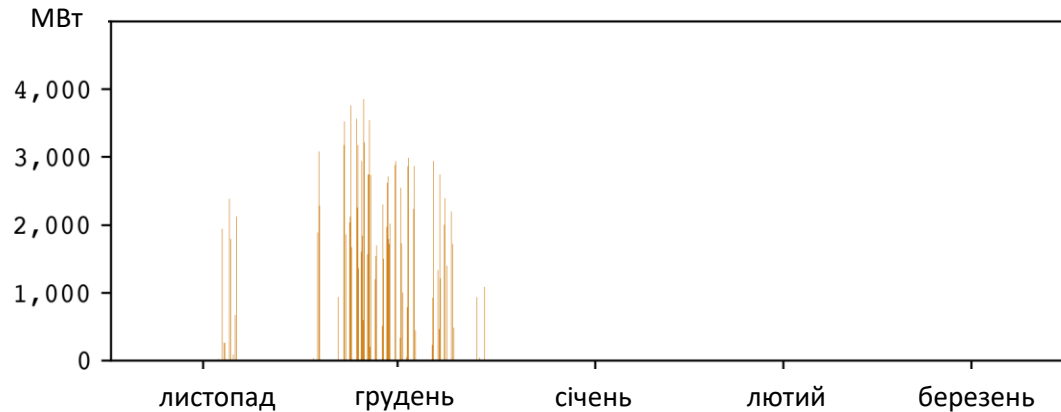


greendeal.ua@helmholtz-berlin.de



Для порівняння: аналіз відключень електроенергії на основі стану системи у жовтні

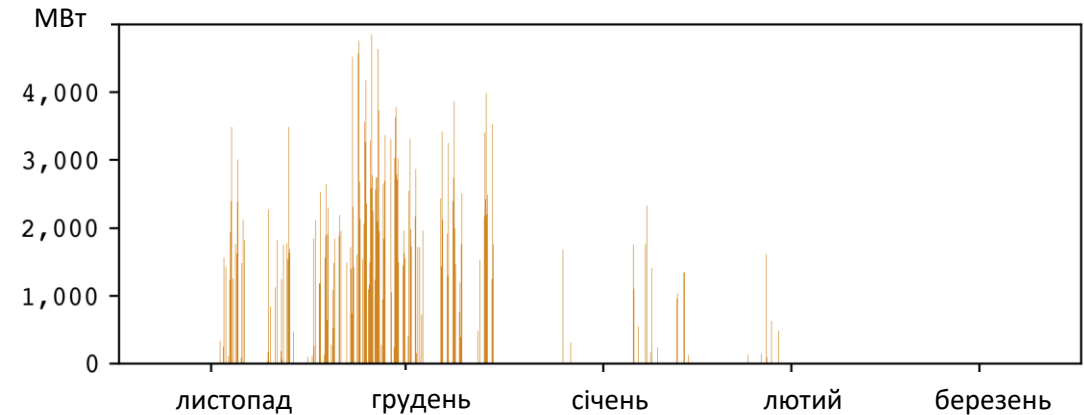
Базовий сценарій



Джерело: Оцінка GDU на основі результатів моделювання PyPSA

- **Аналіз базується на інформації, доступній станом на 24 жовтня, та руйнуваннях, що сталися до того моменту. Період моделювання – з листопада 2025 року по березень 2026 року.**
- За підрахунками, загальний чистий попит на електроенергію становитиме 40 ТВт·год з листопада 2025 р. по березень 2026 р.
- Скидання навантаження є необхідним у 5% годин і сумарно становить 0,3 ТВт·год.
- Максимальний обсяг обмеження навантаження становить близько 4 ГВт, що дорівнює приблизно 22% від пікового навантаження.

Сценарій кризи із постачанням тепла



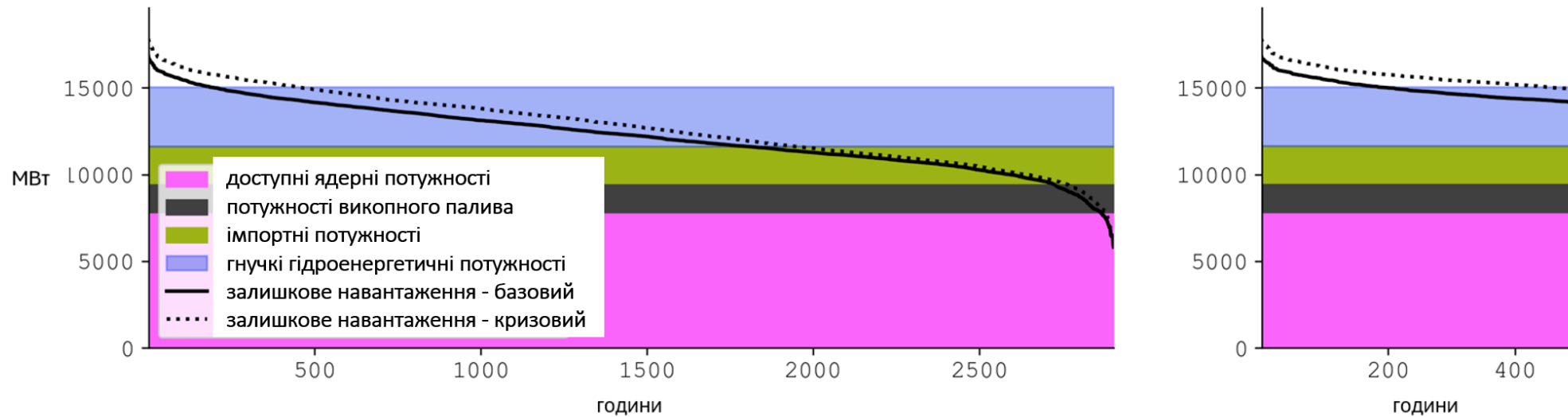
Джерело: Оцінка GDU на основі результатів моделювання PyPSA

- Припущення: заміщення газу та централізованого опалення електричними обігрівачами збільшує попит на 2 ТВт·год, переважно вдень та ввечері.
- За цього припущення, скидання навантаження відбувається протягом 11% годин і сумарно становитиме 0,75 ТВт·год.
- Оскільки незадоволений попит на опалення під час годин скидання навантаження буде компенсований пізніше, може виникнути додатковий попит на електроенергію, який у цій моделі не враховано.



Порівняння сценаріїв

Крива тривалості навантаження та доступні потужності для базового сценарію та сценарію кризи із постачанням тепла



Джерело: Оцінка GDU на основі результатів моделювання PyPSA

- Дані показують, що імпорт та гнучкі, хоча й невизначені, дії, такі як гідроелектростанції та сховища, мають компенсувати розрив між потужностями теплової та вугільної енергетики та залишковим навантаженням (попит мінус генерація з вітрових та фотоелектричних установок).
- Як видно з правої частини діаграми, попит однозначно не буде задоволений протягом приблизно 400 годин у випадку сценарію кризи із постачанням тепла.