

Інформаційний бюлетень: Уловлювання та зберігання вуглецю (CCS)

Що таке CCS?

Уловлювання та зберігання вуглецю (Carbon Capture and Storage, CCS) - це технологія скорочення викидів, яка передбачає уловлювання діоксиду вуглецю (CO₂) з промислових підприємств, енергетичних об'єктів або безпосередньо з атмосферного повітря та його постійне зберігання глибоко під землею.

CO₂ закачується у придатні геологічні формації на глибину понад 800 метрів. Газ зберігається в пористих і проникних гірських породах, які перекриті непроникними покривними породами, що забезпечують надійну ізоляцію. Як правило, колекторами для зберігання є пісковики або вапняки¹. Для зберігання CO₂ у менших масштабах також можуть використовуватися базальти.

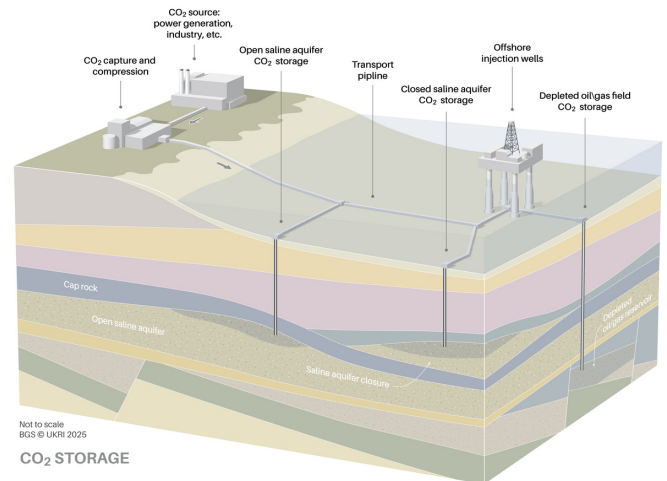
Уловлений CO₂ може сприяти розвитку циркулярної економіки за умови його повторного використання. Такий підхід називається уловлюванням, використанням та зберіганням вуглецю (Carbon Capture Utilisation and Storage, CCUS). Частина уловленого CO₂ використовується різними галузями промисловості як сировина, а решта зберігається у геологічних формаціях.

Потенційні геологічні сховища проходять ретельне дослідження для підтвердження безпечного зберігання CO₂ протягом тисяч років. Для геологічного зберігання необхідні ділянки з відповідними властивостями гірських порід, достатньою ємністю, низьким рівнем ризику та економічно обґрунтованим проектом. Такі об'єкти всебічно оцінюються з метою виявлення та мінімізації ризиків витоку або міграції CO₂, після чого здійснюється їх довгостроковий моніторинг відповідно до вимог національного законодавства.

Існує безліч методів моніторингу², багато з яких уже довели свою ефективність на наявних об'єктах зберігання CO₂.

До них належать сейсмічні дослідження методом відбитих хвиль, що виконуються на поверхні, а також сейсмічні дослідження у свердловинах для підтвердження розташування шлейфу CO₂. Крім того, у свердловинах постійно контролюються тиск і температура, щоб переконатися, що ці параметри залишаються в межах очікуваних значень.

Для прогнозування поведінки сховища застосовуються математичні моделі, які дозволяють оцінити, чи функціонує система відповідно до очікувань. У міру накопичення нових даних про рух флюїдів у пласті моделі уточнюються, що забезпечує максимальну відповідність між результатами спостережень і прогнозними розрахунками. Поверхневий моніторинг може використовуватися для підтвердження відсутності витоків CO₂ в атмосферу.



Уловлювання та зберігання CO₂ (CCS). Схему наведено виключно з ілюстративною метою; масштаб не дотримано.

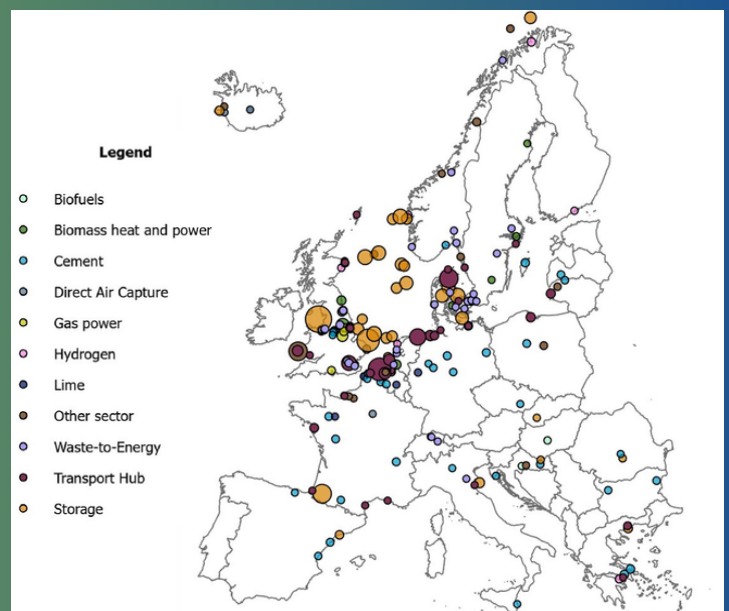
Джерело: Британська геологічна служба (BGS). © UKRI, 2025 (відтворено з дозволу).

Чому CCS є важливим?

Щороку внаслідок діяльності людини в атмосферу викидається близько 40 млрд тонн CO₂, що спричиняє зміну клімату³. Джерелами цих викидів є виробництво електроенергії, промисловість, транспорт, спалювання палива, сільське господарство, будівлі та відходи³. CCS є важливою технологією для скорочення викидів⁴ поряд із такими заходами, як підвищення енергоефективності, використання відновлюваних джерел енергії та впровадження сталих практик.

Попри свою важливість, впровадження CCS залишається обмеженим: станом на 2025 рік щороку уловлюється лише близько 64 млн тонн CO₂⁵. Водночас застосування CCS розширюється. У Європі такі проекти, як Sleipner і Snøhvit (Норвегія), функціонують уже кілька десятиліть, тоді як нові великомасштабні проекти, зокрема Longship (Норвегія), Ravenna (Італія) та Porthos (Нідерланди), мають на меті суттєво збільшити ємність сховища зберігання CO₂.

У світі 108 проектів CCS перебувають в експлуатації або на стадії будівництва⁵.



Проекти CCS на всіх стадіях розвитку, включаючи проекти з уловлювання, транспортування та зберігання CO₂ (жовтень 2025 року). Відтворено з дозволу Clean Air Task Force⁶.

CCS і суспільство

Яке значення CCS має для політики?

Угоди високого рівня, такі як Паризька угода (2015), мають на меті обмежити підвищення глобальної температури до рівня не більше ніж 2 °C порівняно з доіндустріальним періодом⁷.

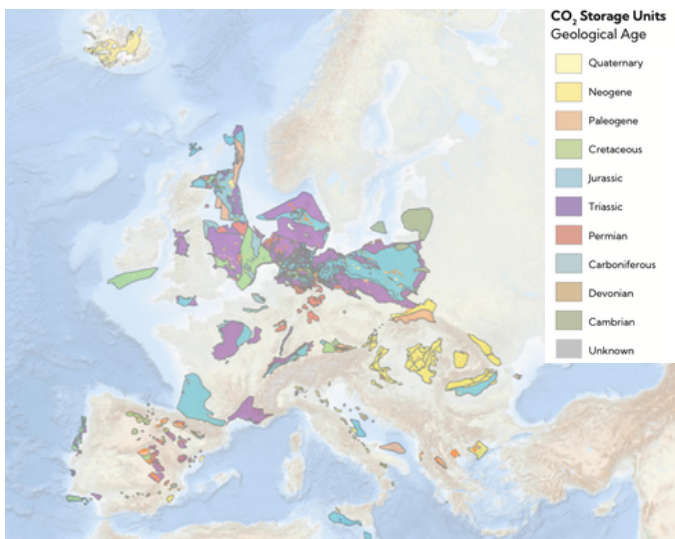
У травні 2024 року Європейський Союз (ЄС) ухвалив Закон про промисловість із нульовим рівнем викидів (Net-Zero Industry Act, NZIA) з метою масштабування чистих технологій та досягнення нульового рівня чистих викидів CO₂ до 2050 року⁸. Закон визначає CCS як стратегічну технологію, сприяє прискоренню процедур отримання дозволів і встановлює ціль досягти річної потужності закачування 50 млн тонн CO₂ до 2030 року, покладаючи відповідальність за її забезпечення на виробників нафти й газу⁹. NZIA також сприяє відкриттю доступу до геологічних даних про надра та посилює роль геологічних служб в узагальненні знань¹⁰.

ЄС підтримує CCS через Innovation Fund¹¹ та дослідницькі програми, такі як Horizon Europe, з метою підвищення ефективності та зниження витрат. Важливими також є залучення громадськості та чіткі процедури надання дозволів, а також скоординоване просторове планування й загальноєвропейські механізми для вирішення транскордонних питань і питань відповідальності.

Що необхідно для масштабування зберігання CO₂?

Наш загальноєвропейський атлас сховищ CO₂ відображає потенційні місця для зберігання CO₂ («пастки») з використанням шкали готовності до його зберігання (Storage Readiness Level)¹². Ці рівні відображають ступінь опрацьованості знань щодо геологічного зберігання CO₂, а також те, що необхідно для подальшого розвитку кожного об'єкта.

Для багатьох пасток потрібні додаткові дані. Ділянки, що мають потенціал для геологічного зберігання CO₂, визначені в Атласі як «формації» (formations) та «одиниці зберігання» (storage units) і потребують подальших досліджень для визначення пасток. У деяких випадках відповідні дані вже існують, наприклад отримані під час розвідки вуглеводнів, але досі не оприлюднені; в інших випадках необхідні нові сейсмічні дослідження, збір даних або буріння свердловин.



Загальноєвропейський атлас геологічного зберігання CO₂, розроблений у межах проекту Geological Service for Europe (GSEU), який відображає потенційні одиниці зберігання та доступний у EGD Map Viewer¹³. Кольорами позначено наймолодші в геологічному відношенні породи, що розглядаються для зберігання CO₂.

Роль EuroGeoSurveys

Експертна група з геоенергетичних ресурсів ([GeoEnergy Expert Group](#), GEEG) організації EuroGeoSurveys робить внесок у реалізацію ключових ініціатив Європейської Комісії, зокрема впровадження Net-Zero Industry Act (NZIA), оновлення рекомендацій щодо застосування Директиви про геологічне зберігання CO₂ (CO₂ Storage Directive) та транспонування Директиви CCS до національного законодавства.

EuroGeoSurveys управляє Європейською інфраструктурою геологічних даних ([European Geological Data Infrastructure](#), EGD), яка забезпечує відкритий доступ до даних щодо геологічного зберігання. В міру оприлюднення нових даних відповідно до NZIA, вони можуть бути інтегровані до майбутніх оновлень, підтримуючи прозоре та скоординоване управління знаннями про надра.

Члени EuroGeoSurveys відіграють ключову роль у впровадженні CCS, надаючи неупереджену наукову експертизу та сприяючи взаємодії з громадськістю. Вони також беруть участь у роботі провідних мереж, зокрема CO2GeoNet¹⁴, European Energy Research Alliance¹⁵, Carbon Management Europe¹⁶, Industrial Carbon Management Forum¹⁷, а також у відповідних консультаціях Європейської Комісії.

Досягнення довгострокового впливу

Масштабування CCS є необхідним для досягнення кліматичної нейтральності, особливо в секторах, де скоротити викиди досить складно. Хоча такі ініціативи, як NZIA, прискорюють впровадження CCS, між наявними потужностями та майбутніми потребами все ще існує розрив. Створення постійної Геологічної служби Європи, із забезпеченням відкритого доступу до даних про надра через EGD, сприятиме посиленню координації та ефективній реалізації проектів зі зберігання CO₂.

References:

1. CO2GeoNet 2026. Explore CCS. Where and how much CO2 can we store underground? <https://co2geonet.com/explore-ccs/where-and-how-much-co2-can-we-store-underground/#10414> [accessed 13/05/26]
2. IEAGHG 2026. Monitoring Selection Tool. Available from <https://ieaghg.org/monitoring-selection-tool/> [accessed 18/02/26]
3. IEA-EDGAR CO2 (v4), a component of the EDGAR (Emissions Database for Global Atmospheric Research) Community GHG database version EDGAR_2025_GHG (2025) including or based on data from IEA (2024) Greenhouse Gas Emissions from Energy, www.iea.org/statistics, as modified by the Joint Research Centre. Available from https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2025 [accessed 16/02/26]
4. IPCC, 2005: IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage. Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Metz, B., O. Davidson, H. C. de Coninck, M. Loos, and L. A. Meyer (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 442 pp available from <https://www.ipcc.ch/report/carbon-dioxide-capture-and-storage/> [accessed 13/05/26]
5. Global CCS Institute, 2025. Global Status of CCS 2025 Australia. Available from <https://www.globalccsinstitute.com/global-status-of-ccs/> [accessed 16/02/26]
6. Clean Air Task Force, 2025. Europe Carbon Capture Activity and project map. Available from <https://www.catf.us/csmapeurope/> [accessed 16/02/26]
7. United Nations Framework Convention on Climate Change, 2015. The Paris Agreement COP21. Available from <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement> [accessed 16/02/26]
8. European Commission, 2023. The Net-Zero Industry Act. available from https://single-market-economy.ec.europa.eu/publications/net-zero-industry-act_en [accessed 16/02/26]
9. European Commission, 2025. Commission identifies the EU oil and gas producers to provide new CO2 storage solutions for hard-to-abate emissions in Europe. News article, 22 May 2025. Available from https://climate.ec.europa.eu/news-your-voice/news/commission-identifies-eu-oil-and-gas-producers-provide-new-co2-storage-solutions-hard-to-abate-2025-05-22_en [accessed 18/02/26]
10. European Commission, 2024. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Towards an ambitious Industrial Carbon Management for the EU. Strasbourg, 6.2.2024. COM(2024) 62 final. Available from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52024DC0062> [accessed 19/02/26]
11. Innovation Commission, 2026. Innovation Fund. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund_en [accessed 19/02/26]
12. Akhurst, M. Kirk, K. Neele, F. Grimstad, A-A. Bentham, M. and Bergmo, P. 2021. Storage Readiness Levels: communicating the maturity of site technical understanding, permitting and planning needed for storage operations using CO2. International Journal of Greenhouse Gas Control, 110, 103402. <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2021.103402>
13. European Geological Data Infrastructure (EGDI) <https://www.europe-geology.eu/> [accessed 26/05/2026]
14. CO2GeoNet <https://co2geonet.com/home/> [accessed 19/02/26]
15. European Energy Research Alliance - CCS <https://eera-ccs.eu/> [accessed 19/02/26]
16. Carbon Management Europe <https://zeroemissionsplatform.eu/> [accessed 19/02/26]
17. Industrial Carbon Management Forum https://energy.ec.europa.eu/topics/carbon-management-and-fossil-fuels/industrial-carbon-management/icm-forum-and-working-groups_en [accessed 19/02/26]