

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT
KHOA MÔI TRƯỜNG

BÁO CÁO
SEMINA HỌC THUẬT

**GIỚI THIỆU CÔNG NGHỆ THU VÀ LƯU TRỮ
CO₂, ĐỊNH HƯỚNG VÀ GIẢI PHÁP BẢO VỆ
MÔI TRƯỜNG BỀN VỮNG**

Người thực hiện: TS. Phạm Khánh Huy

Hà Nội, tháng 12 năm 2024

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ ĐỊA CHẤT
BỘ MÔN ĐỊA SINH THÁI VÀ CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG

BÁO CÁO
SEMINA HỌC THUẬT

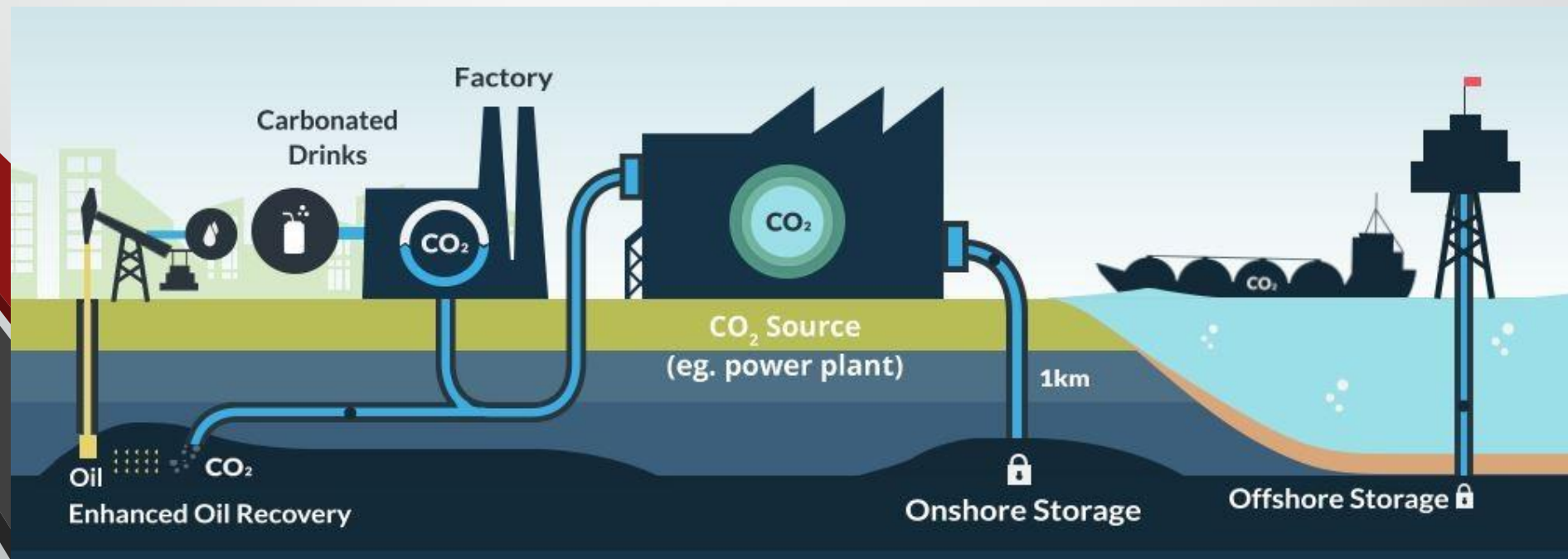
**GIỚI THIỆU CÔNG NGHỆ THU GIỮ VÀ LƯU
TRỮ CACBON**

Người thực hiện: Phạm Khánh Huy

Hà Nội, tháng 12 năm 2024

GIỚI THIỆU CÔNG NGHỆ THU VÀ LƯU TRỮ CO₂ ĐỊNH HƯỚNG VÀ GIẢI PHÁP BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG BỀN VỮNG

Người trình bày: Phạm Khánh Huy



Nội dung

ĐẶT VẤN ĐỀ

- 1. MỤC TIÊU CỦA CÔNG NGHỆ THU HỒI VÀ LƯU GIỮ CARBON**
- 2. CÔNG NGHỆ THU HỒI VÀ LƯU GIỮ CARBON**
- 3. GIỚI THIỆU MỘT SỐ DỰ ÁN TRÊN THẾ GIỚI**
- 4. TIỀM NĂNG CHO VIỆT NAM**

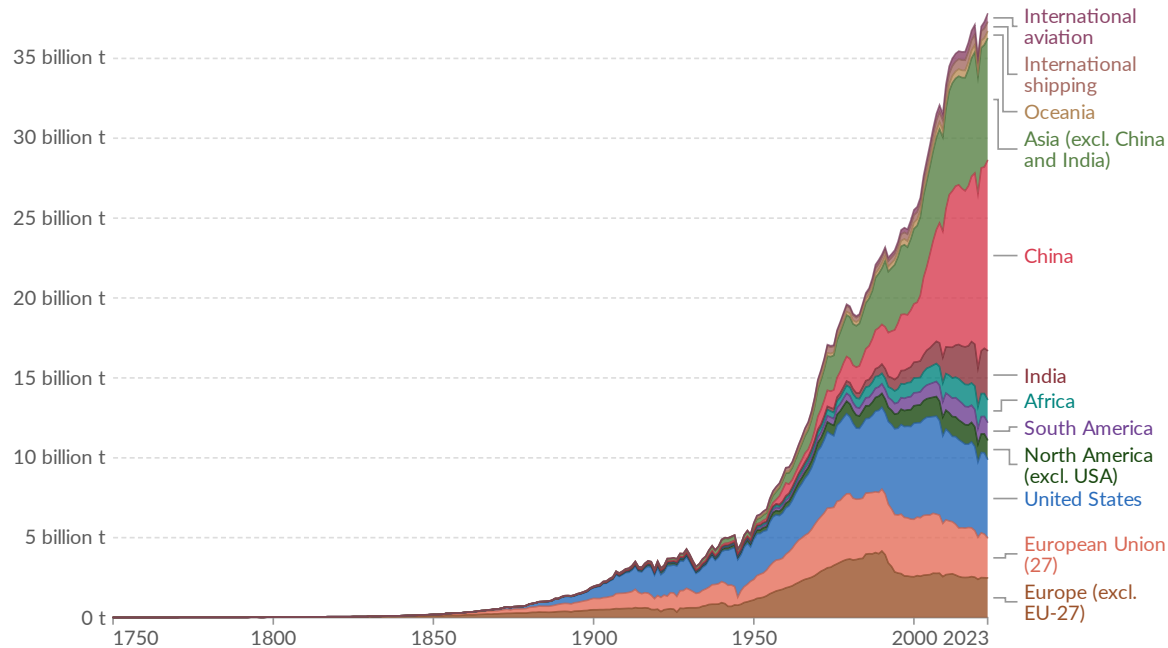
KẾT LUẬN

ĐẶT VẤN ĐỀ

Annual CO₂ emissions by world region

Emissions from fossil fuels and industry¹ are included, but not land-use change emissions. International aviation and shipping are included as separate entities, as they are not included in any country's emissions.

Our World
in Data



Data source: Global Carbon Budget (2024)

OurWorldinData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

1. **Fossil emissions:** Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.



<https://ourworldindata.org/co2-emissions>

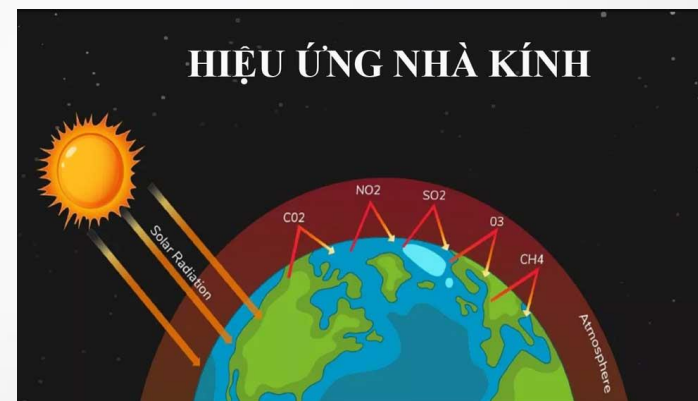
Phát thải khí CO₂ trên toàn cầu tăng 1,1% trong năm 2023 lên mức 37,4 tỷ tấn, cao hơn 410 triệu tấn so với con số ghi nhận năm 2022.

Tác động của biến đổi khí hậu

Biến đổi khí hậu đang gây ra nhiều tác động tiêu cực và nguy hiểm đến môi trường, đòi hỏi các giải pháp giảm phát thải khí nhà kính.

Hiệu ứng nhà kính

Khi lượng CO₂ tăng, nhiều nhiệt bị giữ lại hơn, dẫn đến **nhiệt độ Trái Đất tăng** (hiện tượng nóng lên toàn cầu).



Hiện tượng thời tiết cực đoan



Băng tan, mực nước biển dâng

Giải pháp

- Giảm phát thải CO₂ qua các nguồn năng lượng tái tạo (như gió, mặt trời).
- Bảo vệ và mở rộng rừng, cải thiện các hệ sinh thái hấp thụ CO₂.
- Áp dụng công nghệ mới.
- Thay đổi thói quen tiêu dùng và sử dụng các sản phẩm thân thiện với môi trường.

Công nghệ Carbon Capture and Storage (CCS)

Là một giải pháp tiềm năng để giảm CO₂.

Không chỉ thu hồi và lưu trữ CO₂ mà còn là chiến lược tích hợp nhằm giảm phát thải carbon.



1. MỤC TIÊU CỦA CÔNG NGHỆ THU HỒI VÀ LƯU GIỮ CARBON

- Góp phần giảm CO₂ trong khí quyển.
- Thúc đẩy phát triển bền vững.
- Đóng góp vào các mục tiêu quốc tế về giảm phát thải và bảo vệ môi trường.
- CCS hứa hẹn trở thành một phần quan trọng trong nỗ lực toàn cầu để đối phó với biến đổi khí hậu.



GIẢI PHÁP TRUNG VÀ DÀI HẠN ĐỂ GIẢM LƯỢNG PHÁT THẢI RÒNG KHÍ NHÀ KÍNH XUỐNG BẰNG 0 RÒNG TRƯỚC NĂM 2100

Có thể đóng góp 15% vào việc giảm lượng CO₂ từ nhiên liệu hóa thạch toàn cầu vào năm 2060, đứng thứ ba sau:

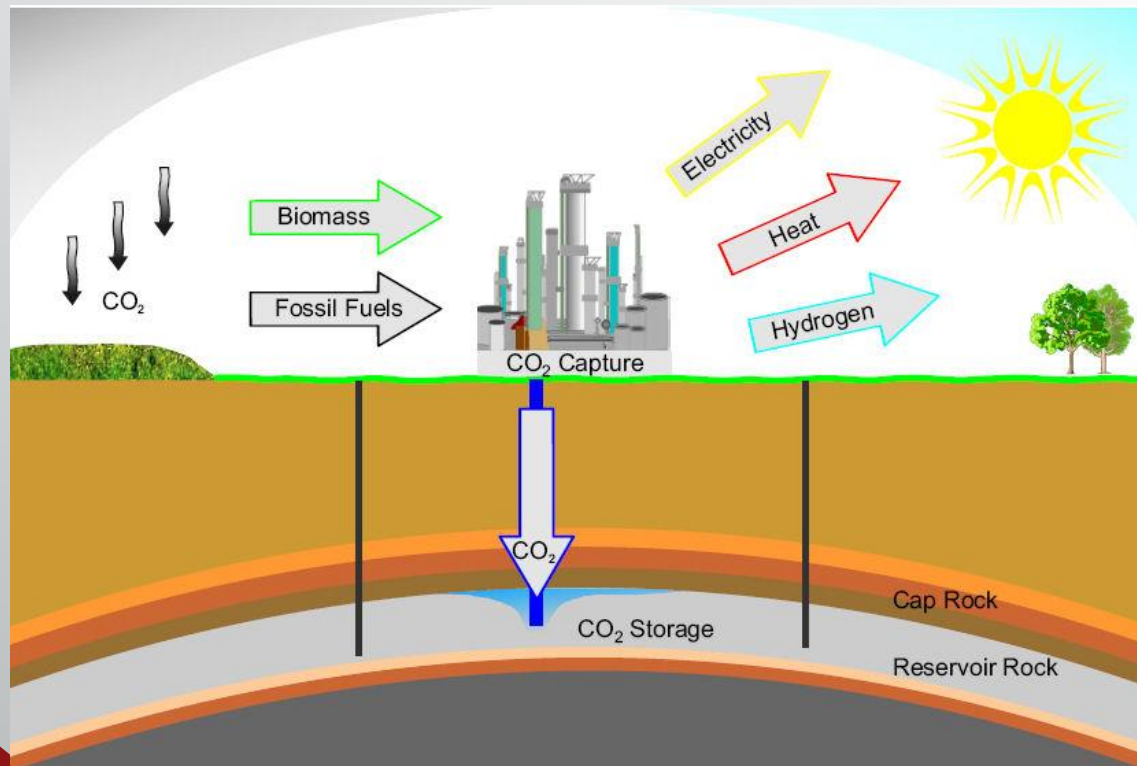
- Hiệu suất năng lượng (40%).**
- Phát triển năng lượng tái tạo (35%).**

Mục tiêu đến năm 2050:

- Lượng khí CO₂ cần xử lý hàng năm phải tăng lên 7,6 tỷ tấn, so với mức chỉ 40 triệu tấn vào năm 2020 (tăng công suất gần 200 lần).**
- 95% lượng CO₂ bị thu giữ cần được chôn dưới lòng đất, 5% còn lại sử dụng để sản xuất nhiên liệu sinh học hoặc mục đích khác.**

2. CÔNG NGHỆ THU HỒI VÀ LƯU GIỮ CARBON

Quy trình CCS bao gồm ba bước chính



1. Thu giữ CO₂ (Capture)

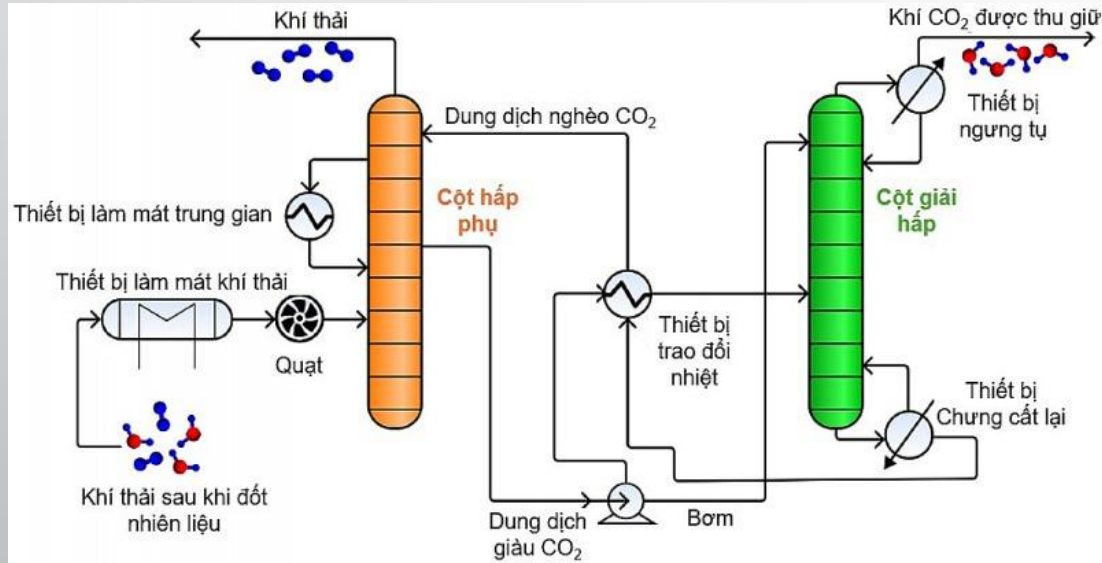
2. Vận chuyển CO₂ (Transport)

3. Lưu trữ CO₂ (Storage)

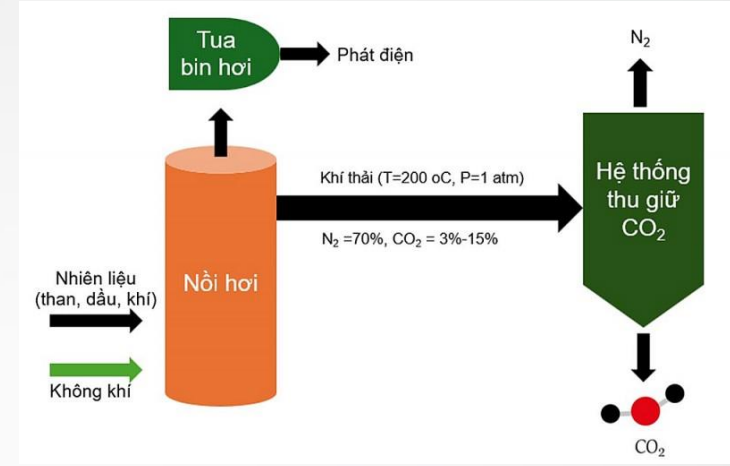
1. Thu giữ CO₂ (Capture)

1.1 Thu giữ sau đốt (Post-combustion): Tách CO₂ từ khí thải sau quá trình đốt cháy nhiên liệu.

Hấp phụ hóa học



Sơ đồ quy trình thu giữ CO₂ bằng phương pháp hấp phụ hóa học. (Source: B. Dziejarski et al., 2023)



- ❖ Khí thải đi qua cột hấp thụ, nơi dung môi hấp thụ CO₂.
- ❖ Dung dịch giàu CO₂ được chuyển đến thiết bị giải hấp để tách CO₂ bằng nhiệt.
- ❖ CO₂ được thu gom, nén và dung môi được tái sử dụng.

MONO-ETHANOLAMINE (MEA) ỨNG DỤNG- AN TOÀN- GIẢI PHÁP THỰC THẾ

Tính chất	Giá trị
Công thức hóa học	HOCH ₂ CH ₂ NH ₂
Phần tử lượng	61,08 g/mol
Trạng thái vật lý	Lỏng trong điều kiện chuẩn
Màu sắc	Màu vàng nhạt hoặc không màu
Mùi	Mùi amoniac nhẹ
Độ hòa tan trong nước	Hoàn toàn hòa tan
Điểm sôi	170 °C (338 °F)
Điểm nóng chảy	10,3 °C (50,5 °F)
Tỷ trọng	1,012 g/cm ³
Độ nhớt	24,3 cP (tại 20 °C)
pKa (độ axit)	9,5
Độ dẫn nhiệt	0,201 W/m·K (tại 25 °C)
Nhiệt độ tự bùng	399 °C (750 °F)

Hấp phụ vật lý:

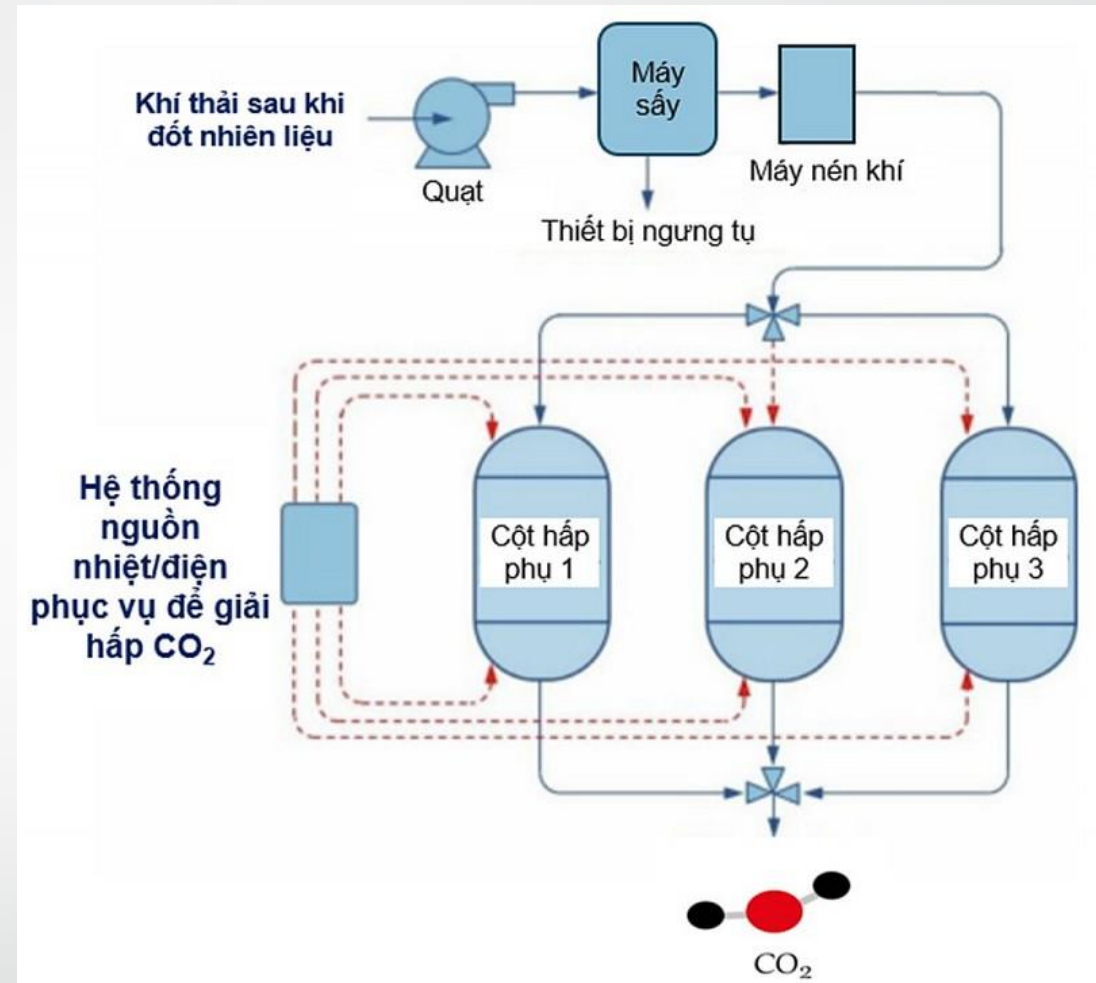
- ❖ Khí thải đi qua lớp chất hấp phụ, CO₂ được giữ lại.
- ❖ Chất hấp phụ bão hòa được giải hấp bằng thay đổi nhiệt độ (dao động nhiệt) hoặc áp suất (dao động áp suất).
- ❖ CO₂ được thu gom, nén và chất hấp phụ được tái sử dụng.

Ưu điểm:

- Tiêu tốn ít năng lượng hơn so với hấp phụ hóa học.
- Chất hấp phụ rắn ít suy giảm, giảm chi phí bảo trì.
- Khả năng mở rộng và linh hoạt, phù hợp với nhiều ngành công nghiệp.

Hạn chế:

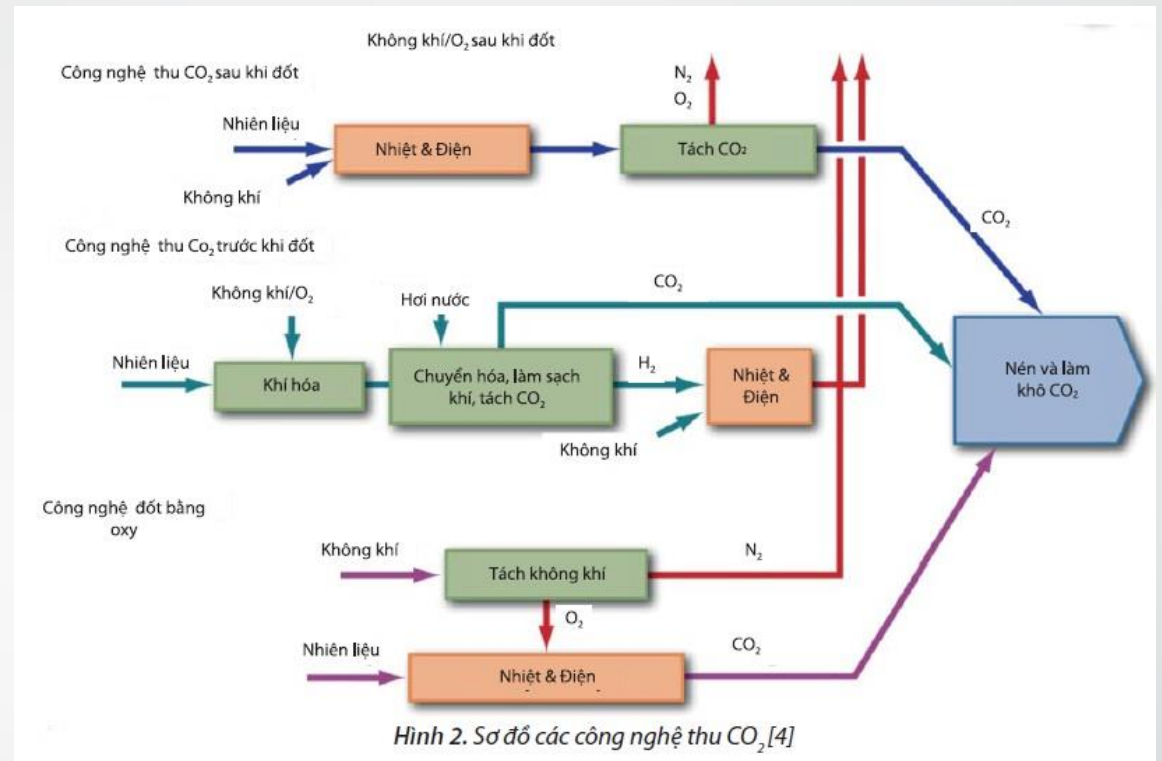
- Hiệu suất giảm trong môi trường độ ẩm cao.
- Chất hấp phụ có thể mất hiệu quả qua nhiều chu kỳ sử dụng.



Sơ đồ quy trình thu giữ CO₂ bằng phương pháp hấp phụ vật lý. (Source: [Khan et al., 2023](#)).

1.2 Thu giữ trước đốt (Pre-combustion):

Nhiên liệu hóa thạch được chuyển đổi thành khí tổng hợp (syngas), sau đó tách CO₂ trước khi đốt cháy.



Giai đoạn 1 của phản ứng tạo ra hỗn hợp H₂ và CO (khí tổng hợp):



Giai đoạn 2 là quá trình oxy hóa một phần:



Giai đoạn 3 là quá trình phản ứng của CO với nước tạo ra H₂ và CO₂:

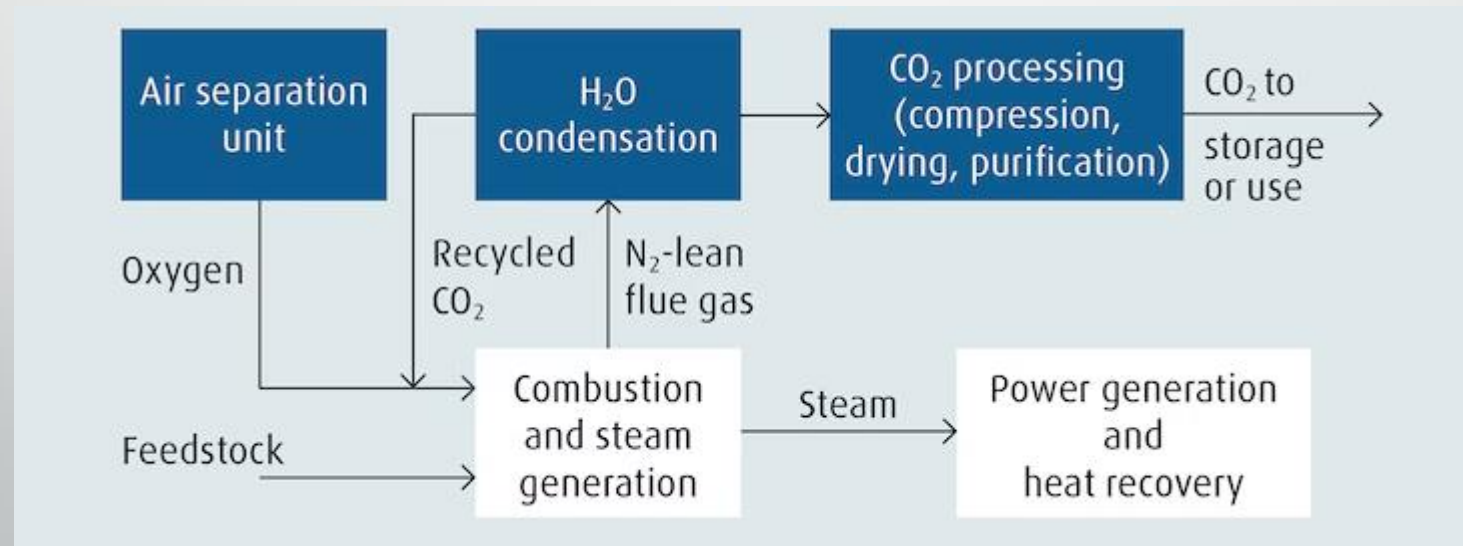


Công nghệ này xử lý khói thải có thành phần CO₂ hơn 40%.

1.3 Thu giữ oxy hóa toàn phần (Oxy-fuel combustion):

Nhiên liệu được đốt cháy trong môi trường giàu oxy để tạo ra khí thải chủ yếu là CO₂ và hơi nước. Hơi nước sau đó được tách ra, để lại CO₂ tinh khiết.

- ❖ Đốt nhiên liệu với O₂ ở nhiệt độ cao (~3.500°C), được kiểm soát bằng tuần hoàn khói thải hoặc nước để giảm nhiệt độ (1.300–1.400°C trong turbine khí, 1.900°C trong lò hơi đốt than).
- ❖ Làm lạnh khí thải để ngưng tụ hơi nước, thu được khí chứa 80–98% CO₂.
- ❖ CO₂ được nén, làm khô và làm sạch trước khi lưu trữ.



2. Vận chuyển CO₂ (Transport)

Sau khi CO₂ được thu giữ, nó cần được vận chuyển đến nơi lưu trữ. Quá trình vận chuyển có thể thực hiện qua:

- **Đường ống (Pipelines):** Phương pháp phổ biến nhất, đặc biệt đối với khoảng cách ngắn hoặc trung bình.
- **Tàu chở khí hóa lỏng (Ships):** Dùng cho khoảng cách xa hoặc khi cần vận chuyển số lượng lớn.
- **Xe tải hoặc tàu hỏa:** Dùng trong các trường hợp đặc biệt hoặc quy mô nhỏ.



3. Lưu trữ CO₂ (Storage)

Là quá trình nén CO₂ và vận chuyển (bằng đường ống hoặc phương tiện vận tải) đến nơi phù hợp để lưu trữ vĩnh viễn

➤ **Tầng sâu ngậm nước mặn (Deep-saline aquifers):**

Các tầng đá xốp chứa nước mặn không sử dụng được.

➤ **Bể dầu, khí đã khai thác kiệt (Depleted oil and gas reservoirs):**

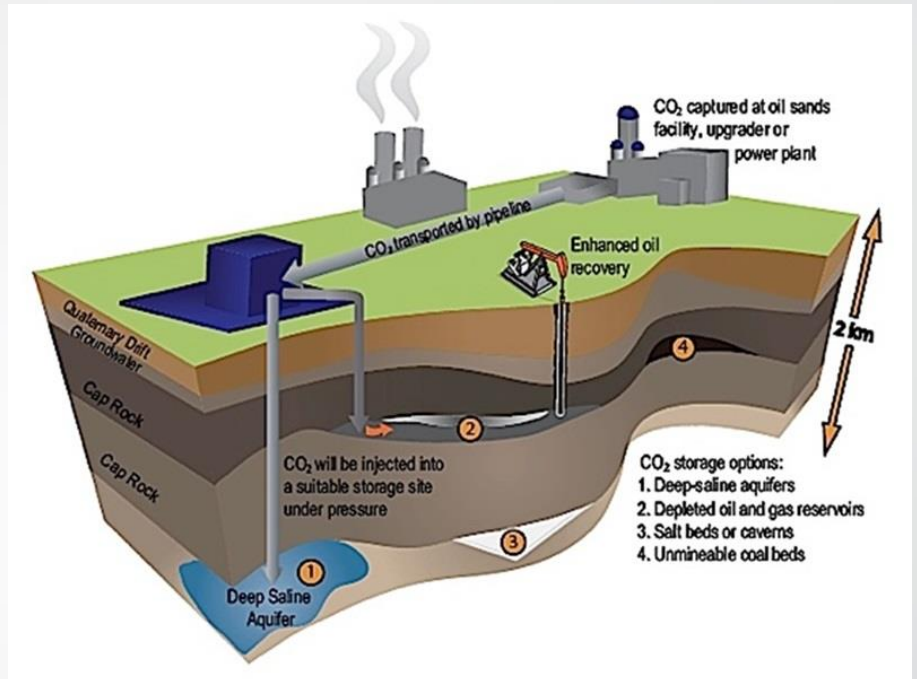
Sử dụng các bể dầu/khí cạn kiệt để lưu trữ CO₂.

➤ **Lớp nền muối hoặc hang động (Salt beds or caverns):**

Lưu trữ CO₂ trong các hang động hoặc tầng muối ổn định.

➤ **Lớp than không thể khai thác (Unmineable coal beds):**

CO₂ được hấp phụ lên than trong các vỉa không thể khai thác.

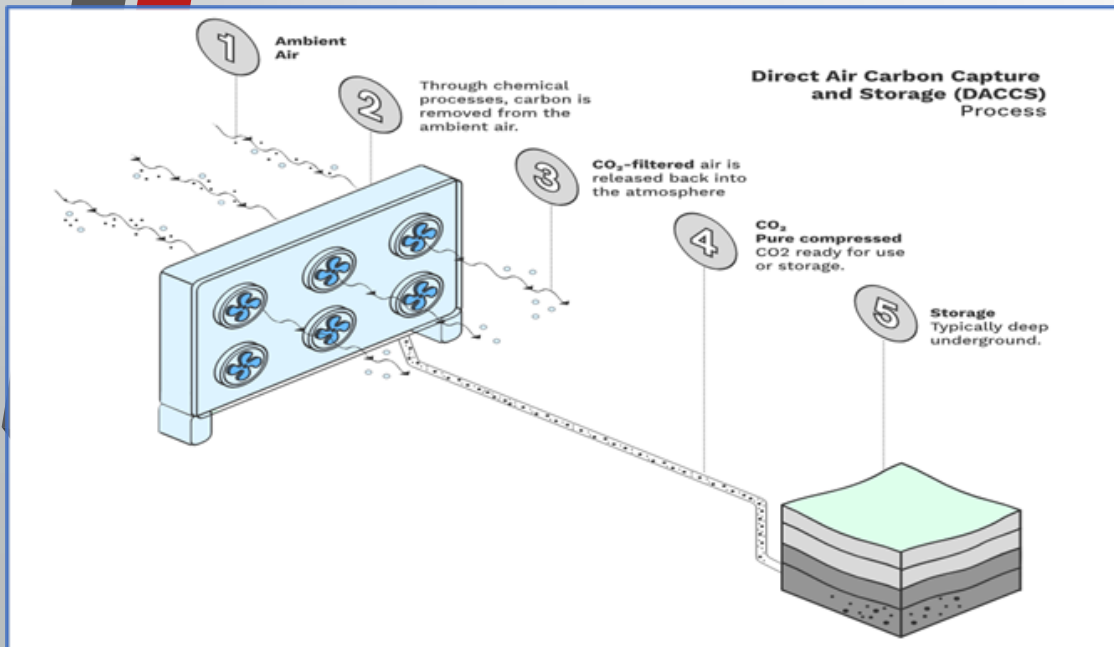


CÔNG NGHỆ, PHƯƠNG PHÁP THU HỒI, LƯU GIỮ CARBON

1. Phương pháp thu giữ trực tiếp từ không khí - DAC

Thu giữ trực tiếp từ không khí kết hợp với Lưu trữ Carbon - DACCS

Công nghệ loại bỏ carbon dioxide (CO₂) từ khí quyển thông qua các quá trình hóa học, Sau đó CO₂ này được lưu trữ trong các cấu trúc địa chất hoặc trong các vật liệu.



1.Thu giữ CO₂: Hút CO₂ từ không khí bằng thiết bị chuyên dụng sử dụng chất hấp thụ hoặc dung dịch hóa học.

2.Tách CO₂: Tách CO₂ tinh khiết khỏi chất hấp thụ/dung dịch bằng cách tăng nhiệt độ hoặc thay đổi áp suất.

3.Nén CO₂: Nén CO₂ thành dạng lỏng hoặc siêu tới hạn để chuẩn bị cho vận chuyển hoặc lưu trữ.

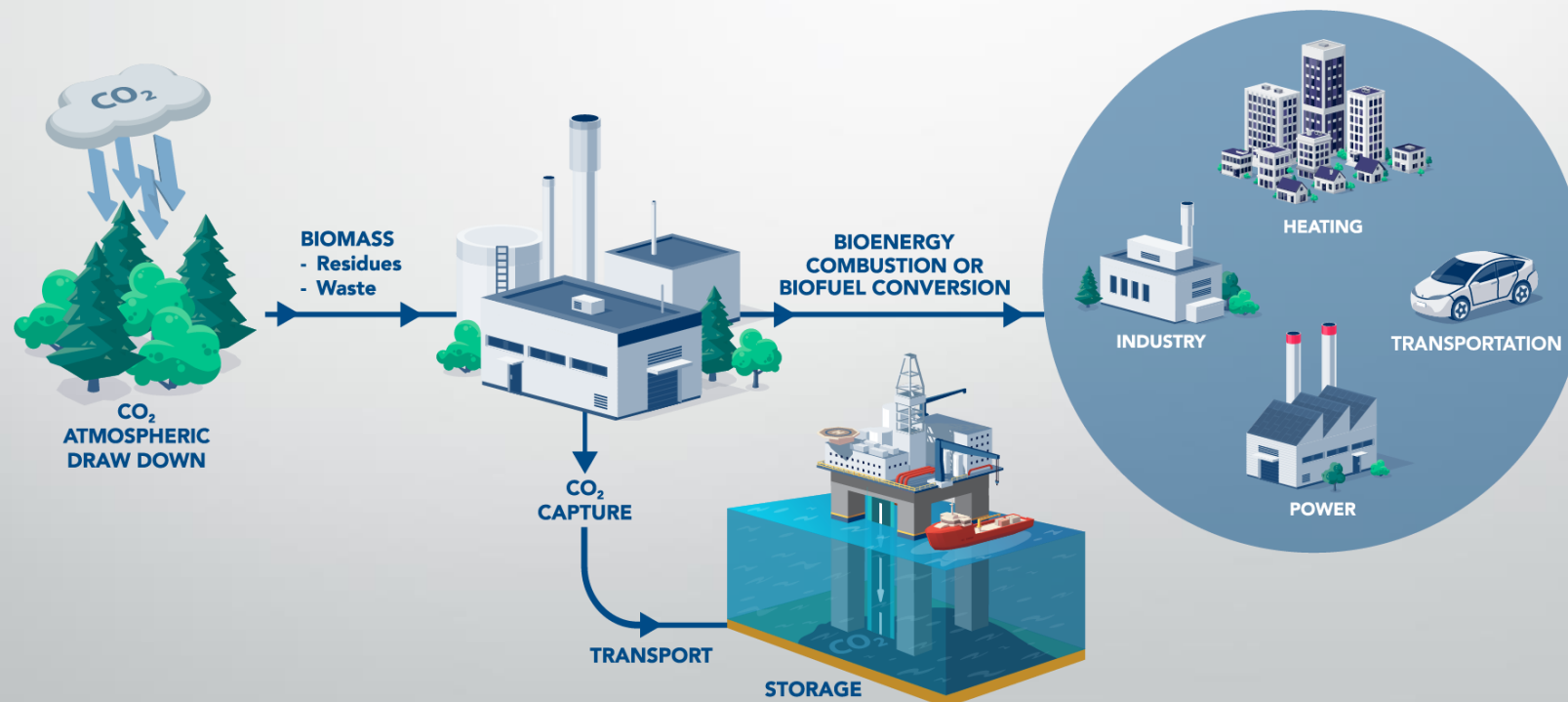
4.Lưu trữ CO₂: Bơm CO₂ vào các tầng đá ngầm hoặc hồ chứa địa chất an toàn để cô lập vĩnh viễn.

5.Ứng dụng khác (tùy chọn): Sử dụng CO₂ trong công nghiệp, như sản xuất vật liệu xây dựng hoặc nhiên liệu tổng hợp.

2. Phương pháp năng lượng sinh học kết hợp với thu giữ, lưu trữ carbon - BECCS

(Bio-energy with carbon capture and storage)

Phương pháp này trồng cây, đốt chúng để lấy năng lượng, thu CO₂ thải ra trong quá trình đốt và lưu trữ dưới lòng đất. Cây mới được trồng tiếp tục hút CO₂ từ khí quyển, tạo ra năng lượng với mức thải carbon ròng bằng 0



3. Phương pháp thu giữ và lưu trữ carbon sinh nhiệt – PyCCS

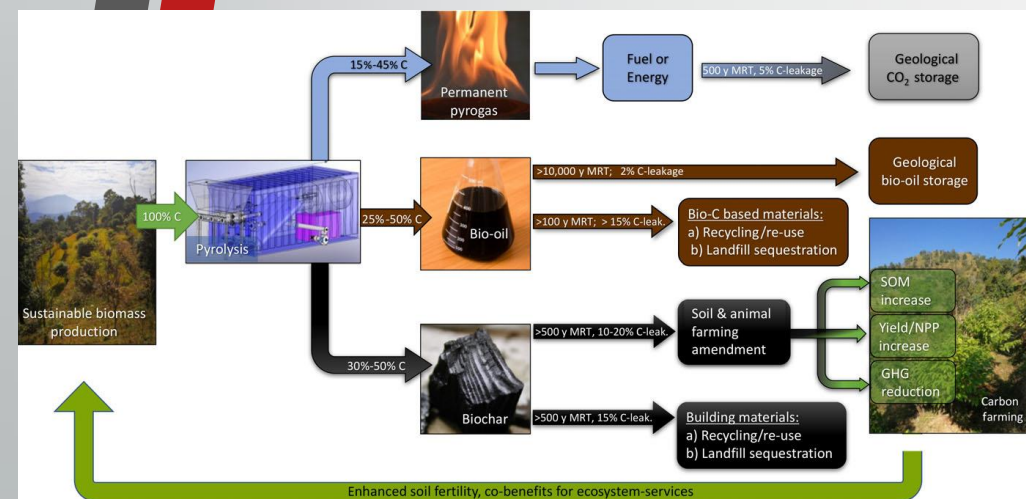
(Pyrogenic carbon capture & Storage)

Quá trình xử lý nhiệt sinh khối ở 350-900°C trong môi trường thiếu oxy tạo ra các sản phẩm carbon như than sinh học, dầu sinh học và khí sinh nhiệt, giúp sản xuất phát thải carbon âm

Sinh khối (như gỗ, chất thải hữu cơ) được đun nóng trong môi trường ít oxy hoặc không có oxy để tạo ra các sản phẩm rắn, lỏng, và khí.

Sản phẩm và con đường sử dụng:

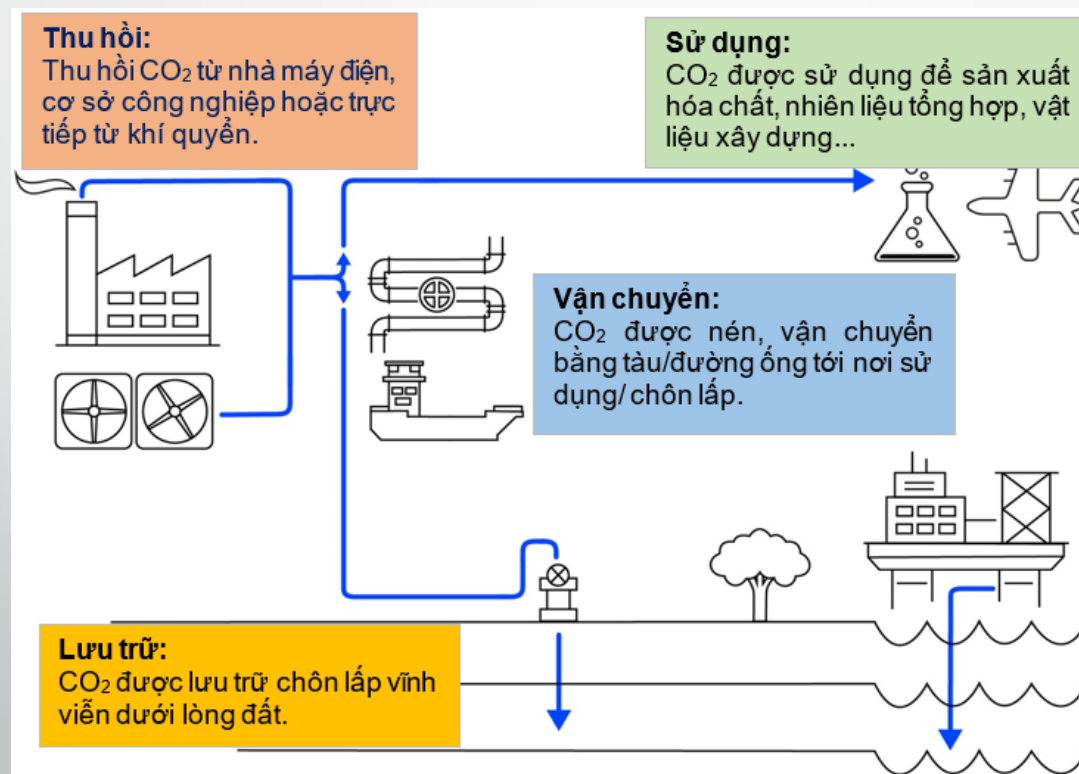
- Sản phẩm rắn (Biochar):
 - Sử dụng làm chất cải tạo đất (biochar cải thiện khả năng giữ nước và chất dinh dưỡng).
 - Lưu trữ lâu dài trong đất để cô lập carbon.
- Sản phẩm lỏng (Bio-oil):
 - Sử dụng làm nhiên liệu sinh học hoặc tiền chất hóa học.
 - Có thể chuyển hóa hoặc xử lý thêm để lưu trữ carbon.
- Sản phẩm khí (Syngas):
 - Sử dụng làm nguồn năng lượng tái tạo (nhiên liệu sạch).
 - CO₂ từ khí thải có thể được thu giữ và lưu trữ (CCS).



4. Phương pháp Thu giữ, sử dụng và lưu trữ carbon - CCUS

(carbon capture utilisation and storage)

Là một tập hợp các công nghệ giúp giảm lượng CO₂ phát thải vào khí quyển. CCUS bao gồm ba bước chính: thu giữ, sử dụng, và lưu trữ CO₂. Đây là một giải pháp quan trọng để giảm phát thải từ các ngành công nghiệp khó khử carbon và hỗ trợ chuyển đổi sang một nền kinh tế phát thải thấp.



5. Phương pháp lưu trữ carbon trong đại dương

Là một phương pháp lưu trữ CO₂ bằng cách bơm trực tiếp hoặc gián tiếp khí CO₂ vào các tầng nước sâu của đại dương, nơi nó có thể được lưu giữ trong thời gian dài.

- Lưu trữ trực tiếp (Direct Injection):

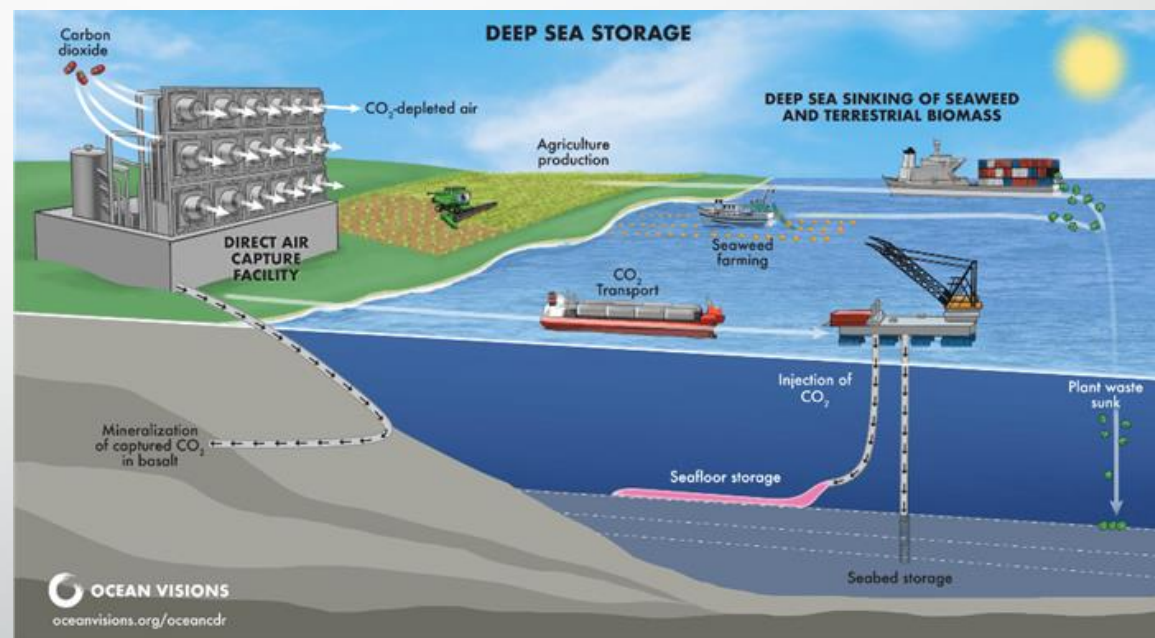
- CO₂ được nén thành dạng lỏng và bơm xuống các tầng nước sâu (>1.000 mét).
- Ở độ sâu này, áp suất cao và nhiệt độ thấp khiến CO₂ lỏng ổn định hơn và khó thoát trở lại khí quyển.

- Lưu trữ gián tiếp (Carbonate Formation):

- CO₂ được bơm vào đại dương và phản ứng hóa học với nước biển để tạo thành bicarbonate (HCO₃⁻) hoặc các khoáng chất cacbonat (CaCO₃).
- Quá trình này cô lập CO₂ dưới dạng hóa học, an toàn trong thời gian dài.

- Kết tủa CO₂ (Hydrate Formation):

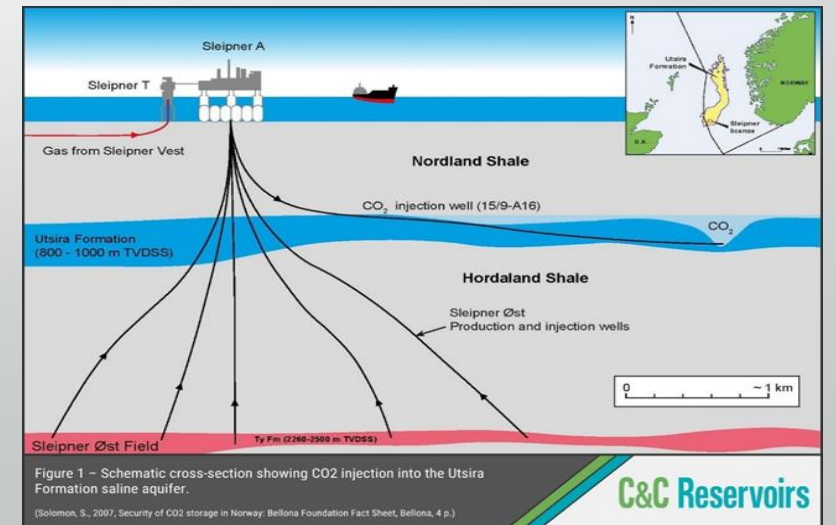
- Ở các tầng nước sâu lạnh, CO₂ có thể kết hợp với nước để hình thành clathrate hydrate, một dạng băng chứa CO₂, giữ nó ổn định dưới đáy biển.



3. GIỚI THIỆU MỘT SỐ DỰ ÁN TRÊN THẾ GIỚI

Dự án Sleipner (Na Uy)

- Thuộc mỏ khí tự nhiên Sleipner Vest.
- Vị trí: Biển Bắc, cách bờ biển Na Uy khoảng 250 km.
- Thời gian triển khai: Từ năm 1996.
- Là dự án thu giữ và lưu trữ carbon (CCS) quy mô công nghiệp đầu tiên trên thế giới.
- Hàng năm thu hồi và lưu trữ khoảng 1 triệu tấn CO₂ dưới đáy biển.
- Thu giữ CO₂ sinh ra từ quá trình khai thác khí thiên nhiên. CO₂ sau khi thu hồi từ khí thiên nhiên sẽ được nén và bơm vào các bể trầm tích dưới đáy biển tại mỏ Utsira,



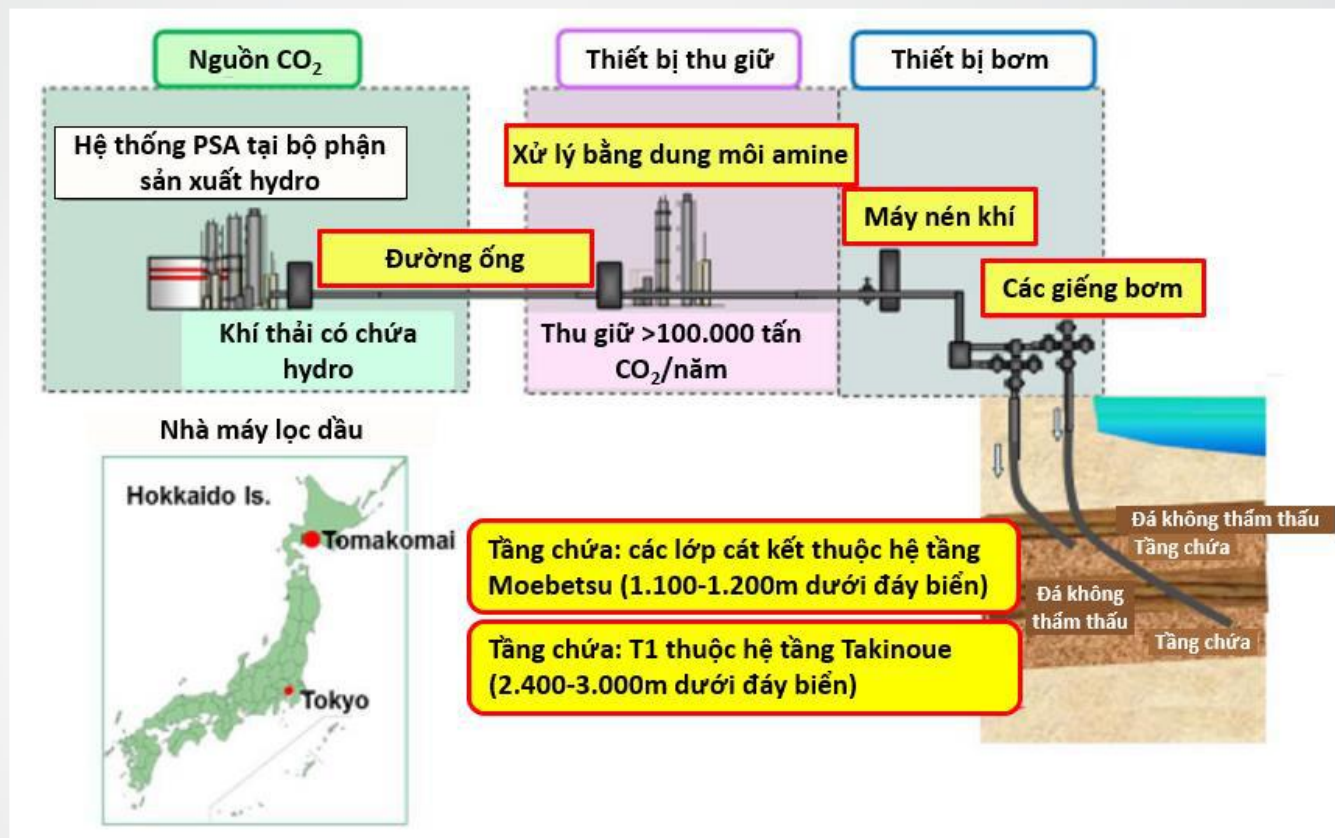
Dự án Petra Nova (Mỹ)



- Vị trí: Texas, Mỹ, gần Houston, trong khu vực dầu khí lớn.
- Thời gian triển khai: Bắt đầu từ năm 2017.
- Là một trong những dự án CCS quy mô lớn đầu tiên tại Mỹ, triển khai tại nhà máy điện nhiệt than.
- Thu hồi CO₂ từ khí thải của nhà máy điện nhiệt than.
- Lượng CO₂ thu hồi: Khoảng 1,6 triệu tấn CO₂ mỗi năm.
- Sử dụng CO₂ thu hồi để thực hiện Enhanced Oil Recovery (EOR), bơm CO₂ vào các mỏ dầu đã khai thác nhằm tăng sản lượng dầu.

Dự án Tomakomai

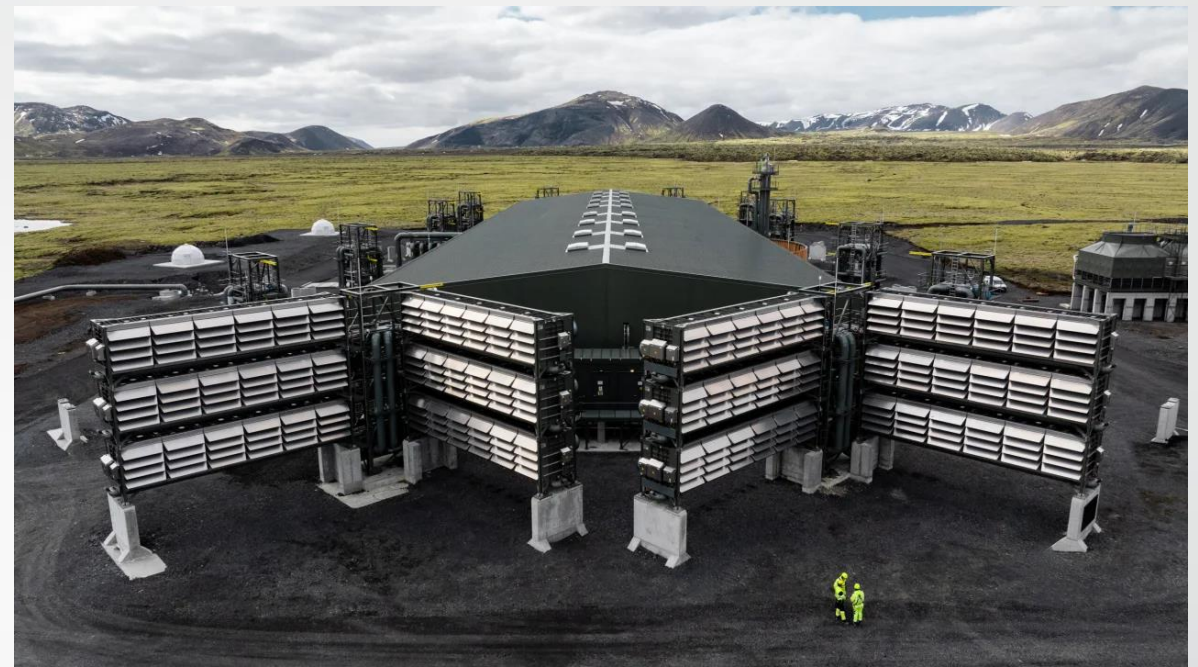
- Dự án trình diễn thực hiện bởi: Japan CCS Co., Ltd. (JCCS)
- Thời gian triển khai: năm 2012.
- Vị trí: Thành phố Tomakomai, tỉnh Hokkaido, Nhật Bản.



- **Nguồn CO₂:** Khí thải từ hệ thống làm giàu khí hydro tại nhà máy lọc dầu gần cảng Tomakomai.
- **Quy trình thu hồi:**
 - Hấp thụ CO₂ bằng dung môi amine.
 - Độ tinh khiết CO₂: 99%.
 - Sản lượng: 0,1 triệu tấn CO₂/năm.
- **Quá trình lưu trữ:** CO₂ được bơm xuống các tầng chứa dưới đáy biển qua các giếng khoan.

Dự án Mammoth Thụy Sĩ

- Nhà máy thu giữ carbon trực tiếp từ không khí (DAC) lớn nhất thế giới
- Vận hành vào ngày 8/5/2024
- Được thiết kế theo dạng module với 72 "buồng thu thập" có thể xếp chồng và di chuyển dễ dàng
- Vị trí: Hellisheiði, Iceland.
- Công suất: Dự kiến thu giữ 36.000 tấn CO₂ mỗi năm.
- Công nghệ: Sử dụng năng lượng địa nhiệt sạch để vận hành hệ thống thu giữ và lưu trữ CO₂.
- Quy trình: CO₂ được thu giữ từ không khí, sau đó chuyển xuống lòng đất, nơi nó sẽ biến đổi thành đá thông qua quá trình tự nhiên.



4. TIỀM NĂNG CHO VIỆT NAM

Chính sách và cam kết:

- Chính phủ Việt Nam chú trọng công nghệ CCS sau cam kết giảm phát thải ròng về "0" vào năm 2050 tại COP26.
- CCS được đưa vào Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu 2050 (896/QĐ-TTg, 2022) và các đề án triển khai COP26 (888/QĐ-TTg, 2022).

Mục tiêu CCS:

- Giảm phát thải CO₂ từ nhà máy nhiệt điện than và công nghiệp nặng, góp phần đạt mục tiêu phát thải ròng bằng "0".

Thách thức hiện tại:

- Việt Nam phát thải CO₂ cao, khoảng 141 triệu tấn/năm (dự kiến 208 triệu tấn vào năm 2030).
- Thiếu công nghệ hiệu quả để giảm phát thải từ các nhà máy nhiệt điện than.

Tiềm năng lưu trữ CO₂ tại Việt Nam:

- Khả năng lưu trữ khoảng 12 tỷ tấn CO₂ trong vỉa dầu cạn kiệt, túi nước mặn, và vỉa than không thể khai thác.
- Phân bố theo vùng để giảm chi phí vận chuyển và xây dựng:
 - Miền Nam: Lưu trữ CO₂ tại các vỉa dầu ngoài khơi.
 - Miền Bắc: Lưu trữ CO₂ tại vỉa than sâu ở Quảng Ninh, Thái Nguyên.

KẾT LUẬN

- ❖ **Công cụ quan trọng để giảm phát thải CO₂:** từ các ngành công nghiệp nặng, nhiệt điện than, và dầu khí, góp phần thực hiện các cam kết về biến đổi khí hậu.
- ❖ **Vai trò trong việc đạt mục tiêu phát thải ròng bằng "0":** trong lộ trình đạt mục tiêu phát thải ròng bằng "0" vào năm 2050, đặc biệt đối với các quốc gia có nền kinh tế phụ thuộc vào năng lượng hóa thạch.
- ❖ **Tiềm năng lưu trữ lớn trên toàn cầu:** Các khu vực lưu trữ CO₂, như túi nước mặn, vỉa dầu khí cạn kiệt, và vỉa than không khai thác
- ❖ **Thách thức cần giải quyết:**
 - Chi phí đầu tư và vận hành cao, gây khó khăn cho việc triển khai quy mô lớn.
 - Cần xây dựng các tiêu chuẩn kỹ thuật, quy định pháp lý và giám sát an toàn chặt chẽ để đảm bảo hiệu quả và ngăn ngừa rò rỉ CO₂.
- ❖ **Yếu tố thúc đẩy triển khai CCS:**
 - Chính sách hỗ trợ từ chính phủ, như các khoản đầu tư, khuyến khích thuế, nghiên cứu.
 - Nâng cao nhận thức cộng đồng và hợp tác quốc tế để chia sẻ công nghệ, kinh nghiệm.
- ❖ **Hướng tới phát triển bền vững:** Kết hợp với năng lượng tái tạo và các công nghệ tiên tiến khác có thể thúc đẩy sự phát triển bền vững, giảm tác động của biến đổi khí hậu và hỗ trợ chuyển đổi năng lượng sạch.