



VYTAUTAS
MAGNUS
UNIVERSITY
M C M X X I I

Deloitte.



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

Projekto pavadinimas:

CO2 SURINKIMO IR SAUGOJIMO, VANDENILIO IR KITŲ INOVATYVIŲ TECHNOLOGIJŲ PANAUDOJIMO LIETUVOS PRAMONĖS ĮMONĖSE, VEIKIANČIOSE LABIAUSIAI NEIGIAMAI PAVEIKTOSE TERITORIJOSE, GALIMYBIŲ STUDIJA

Projekto Nr.: 02-061-P-0001

Data: 2024-12 ÷ 2025 - 08



Project Manager:
Giedrius Janušauskas

Advised by

Vytautas Magnus University
Deloitte
Universidad Politécnica de
Madrid

Working Team

Deloitte.



VYTAUTAS
MAGNUS
UNIVERSITY
1919-2021



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

Project Manager: Prof.
Darius Milcius
Hydrogen Specialist:
Prof. Darius Milcius

CCUS Specialist: Jesús
Rubio Conde
Econometric modelling
specialist: Enrique
Doheijo

Geology Specialist: Prof.
José Eugenio Ortiz
Prof. Carlos Boente
López
Prof. Yolanda Sánchez-
Palencia González

Tikslai ir metodologija

Galimybių studijos tikslas - įvertinti galimybes parengti sprendimus, kaip sumažinti CO₂ išmetimą tose teritorijose, kurias labiau paveiks teisingas perėjimas (Just Transition), t. y. Kauno, Telšių ir Šiaulių apskrityse. Šiose apskrityse yra keletas pramonės šakų, kuriose išmetama daug CO₂, todėl veikiant šioms pramonės šakoms galima sumažinti CO₂ kiekį šalyje.

Be to, **bus siūlomi konkretūs veiksmai ir modeliai**, kaip sumažinti šių pramonės sektorių išmetamo CO₂ kiekį. Bus įvertintos anglies dioksido surinkimo, naudojimo ir saugojimo (CCUS) technologijos, taip pat tai, kaip šias technologijas galima naudoti, jei CO₂ išmetimo neįmanoma sumažinti. Be to, bus analizuojamos CO₂ transportavimo į atitinkamus geologinius telkinius galimybės.

Įvertinimas taip pat apims ekonominį investicijų, kurių prireiktų, vertinimą, taip pat reguliavimo sistemą ir pokyčius, kurių gali prireikti tokiems projektams plėtoti. Jei reikės, bus siūloma keisti reglamentavimą ir kurti investicijų skatinimo mechanizmus.

Be anglies dioksido surinkimo, naudojimo ir saugojimo (CCUS) technologijų, taip pat **bus vertinamos tiesioginio elektrifikavimo ir vandenilio bei darinių naudojimo technologijos**.

Studijos turinys

Esamos situacijos apžvalga dekarbonizavimo aspektu;

CO₂ išsiskyrimo technologiniuose procesuose mažinimas;

CO₂ surinkimas iš technologinių procesų / sugavimas iš oro;

CO₂ panaudojimas;

CO₂ saugojimas.

Tyrimas bus vykdomas vadovaujantis Techninėse sąlygose (Sutarties priedas Nr. 1) pateikta turinio aprašymu.

Reikalingų duomenų rinkimas yra kritinis žingsnis:

Išsami informacija apie pramoninį profilį ir emisijas (technologijos, energijos suvartojimas, anglies intensyvumas).

Technologijų pasirengimas ir dekarbonizacijos potencialas (dabartinis anglies surinkimo, panaudojimo ir saugojimo (CCUS) technologijų taikymas, galimybės diegti vandenilio technologijas).

Infrastruktūra ir ištekliai (atsinaujinančių energijos šaltinių prieinamumas, ryšiai su nacionaliniais tinklais, galimybės transportuoti CO₂, geologinis tinkamumas anglies saugojimui požeminiuose sluoksniuose, Baltijos jūra ir Šiaurės jūra).

Reguliavimo ir politikos aplinkos supratimas (teisinės bazės spragos, galinčios paveikti CCUS ar vandenilio technologijų diegimą, geriausios praktikos).

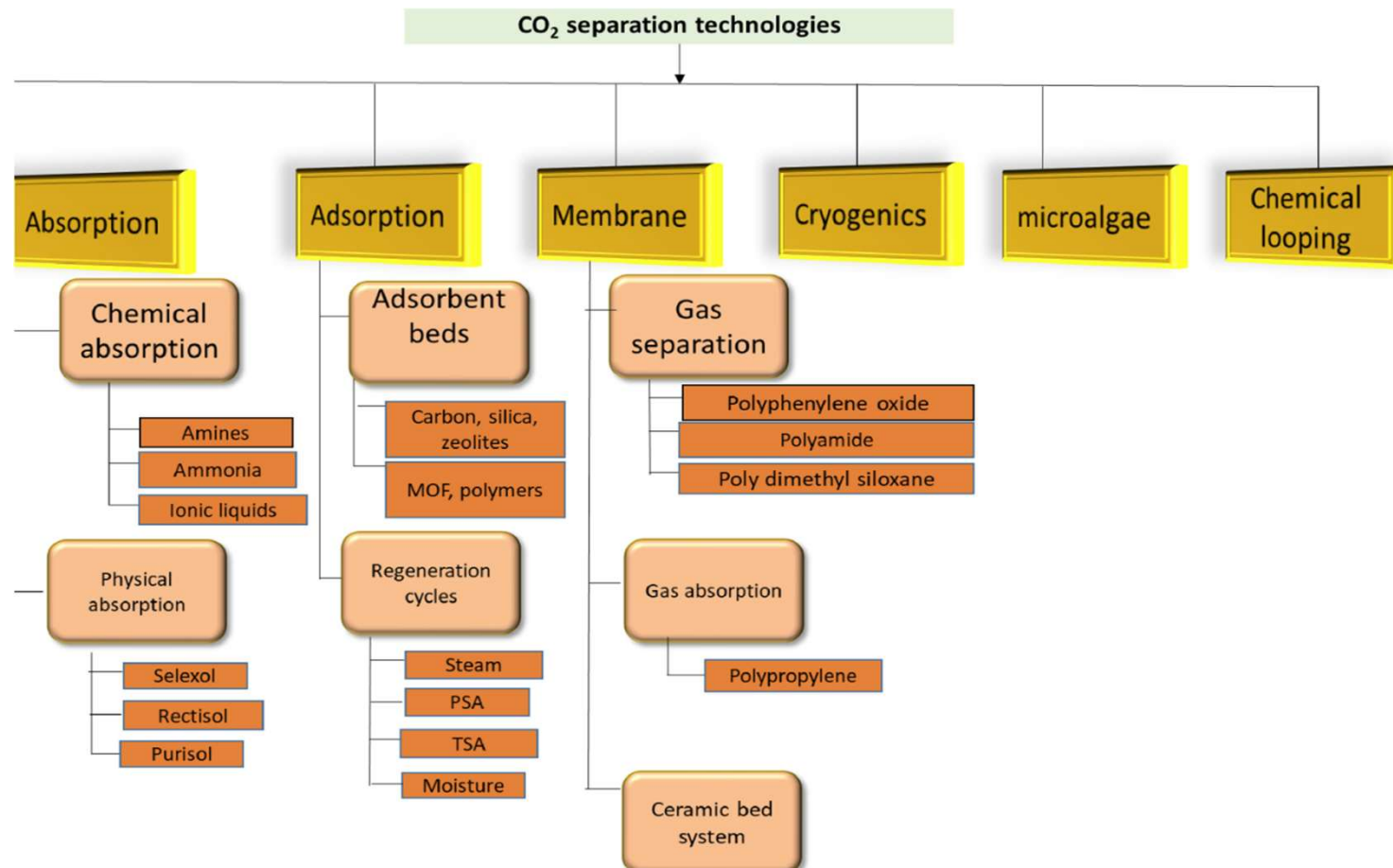
Socialiniai ir aplinkos aspektai (sprendimų priėmimo priimtinumą visuomenėje).

Visi pramoniniai įmonės bus suskirstytos pagal sektorius (trąšos, cementas, naftos perdirbimas, maistas, stiklas ir kt.), ir bus parengti sektoriui pritaikyti dekarbonizacijos scenarijai.

Tarptautinis kontekstas (mokslininkų recenzuoti žurnalai, projektai ir įmonių patirtis).

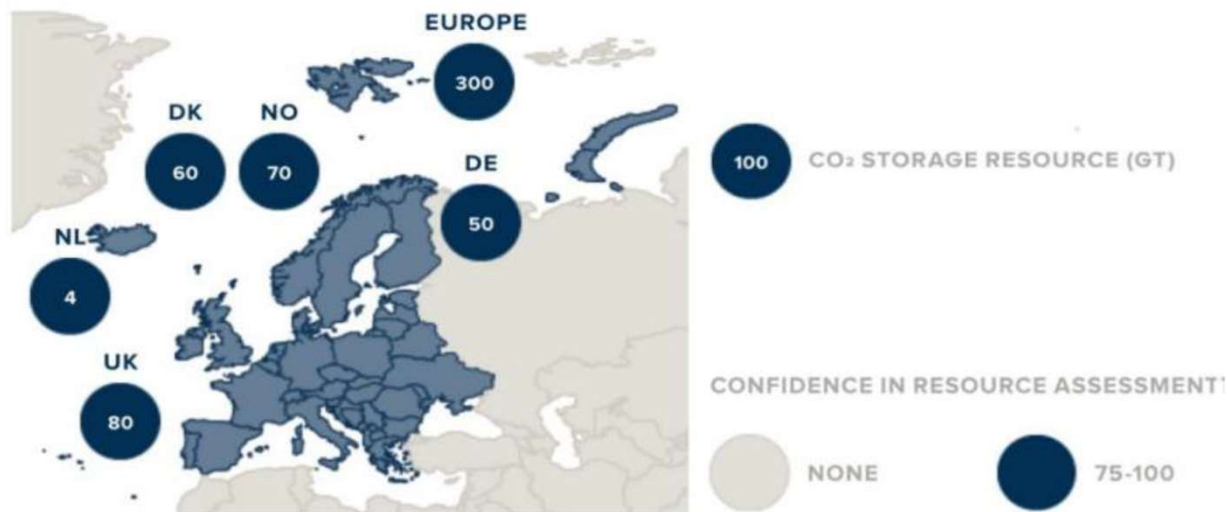
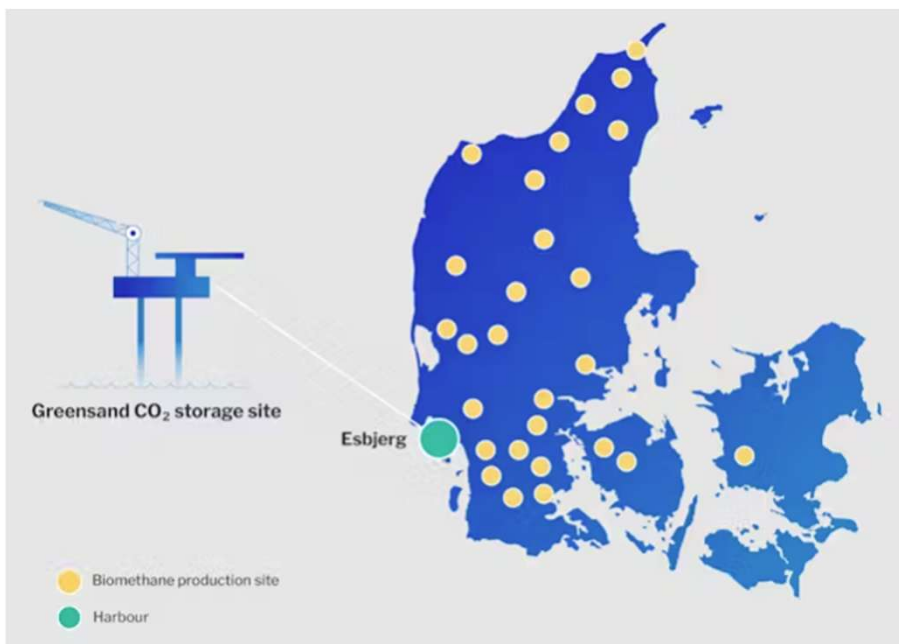
Technologinių sprendinių pavyzdžiai

CO₂ sugaudymas: cheminės adsorbcijos ir fizinio atskyrimo metodai



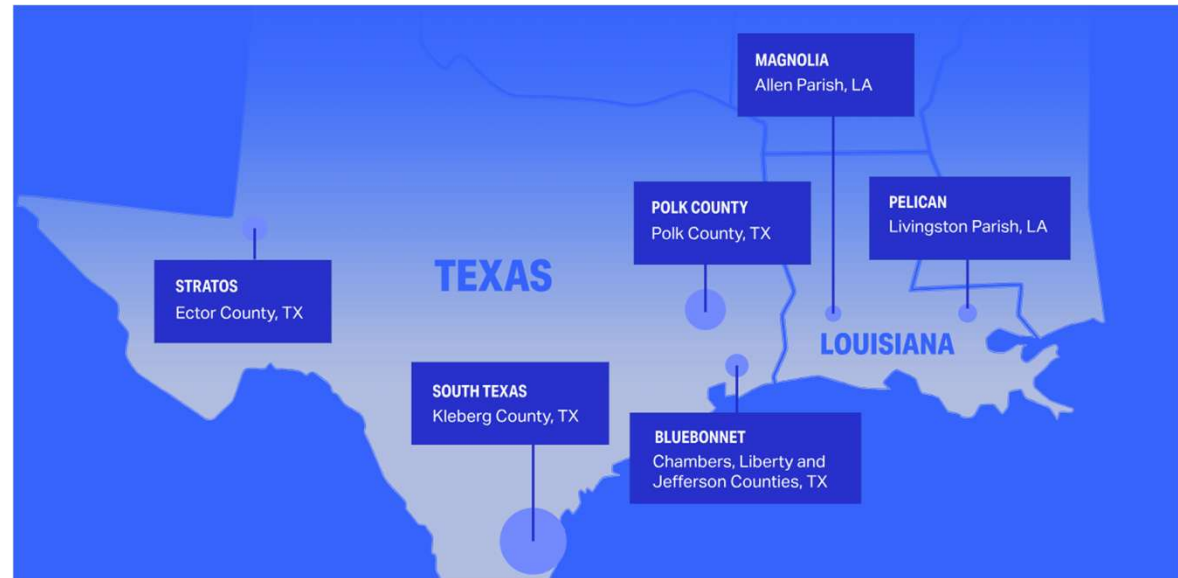
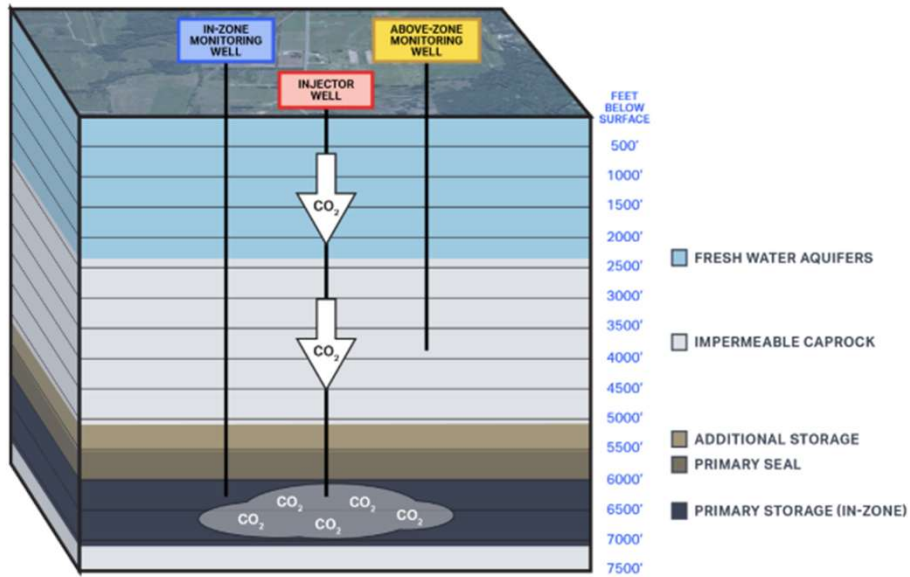
CO2 saugojimas Šiaurės jūroje

Bus įvertintos anglies saugojimo galimybės geologiniuose sluoksniuose Lietuvoje, įskaitant potencialių geologinių struktūrų dydį ir tinkamumą, taip pat geologines struktūras po Baltijos jūra. Bus vertinamos galimybės transportuoti ir saugoti CO2 kituose regionuose, pavyzdžiui, Šiaurės jūroje. Išsamiai bus aptariama visa anglies surinkimo, transportavimo ir saugojimo vertės grandinė bei geriausi scenarijai kitose šalyse.



<https://greensandfuture.com/next-chapter>

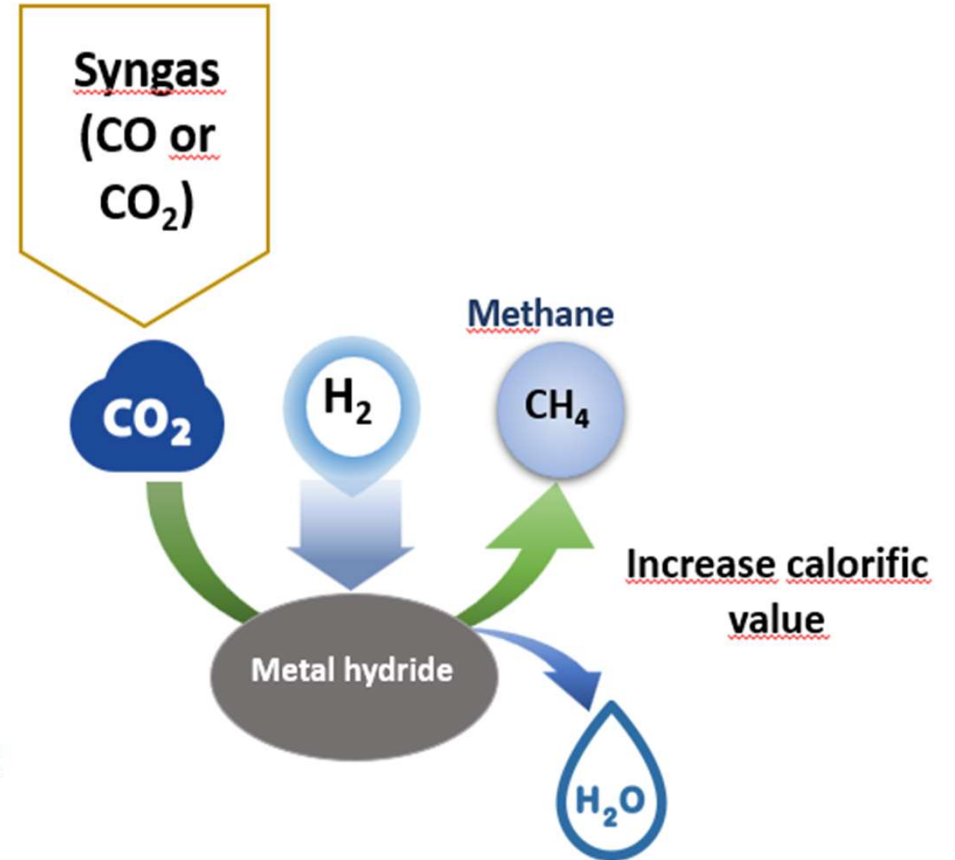
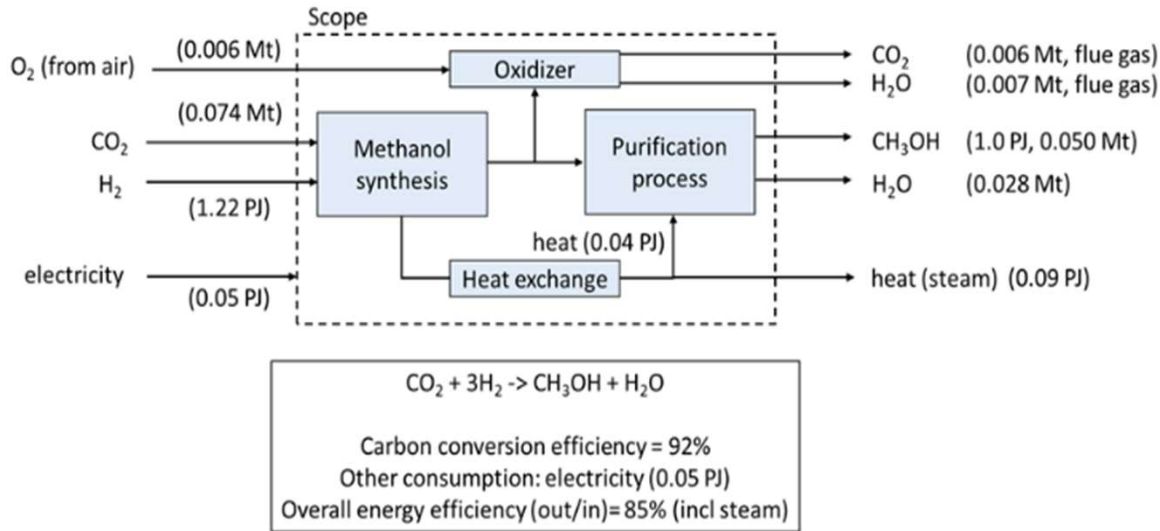
Geriausios patirties scenarijų analizė



property of 1POINTFIVE company

<https://www.1pointfive.com/projects/livingston>

Sintetinio metanolio/metano sintezė

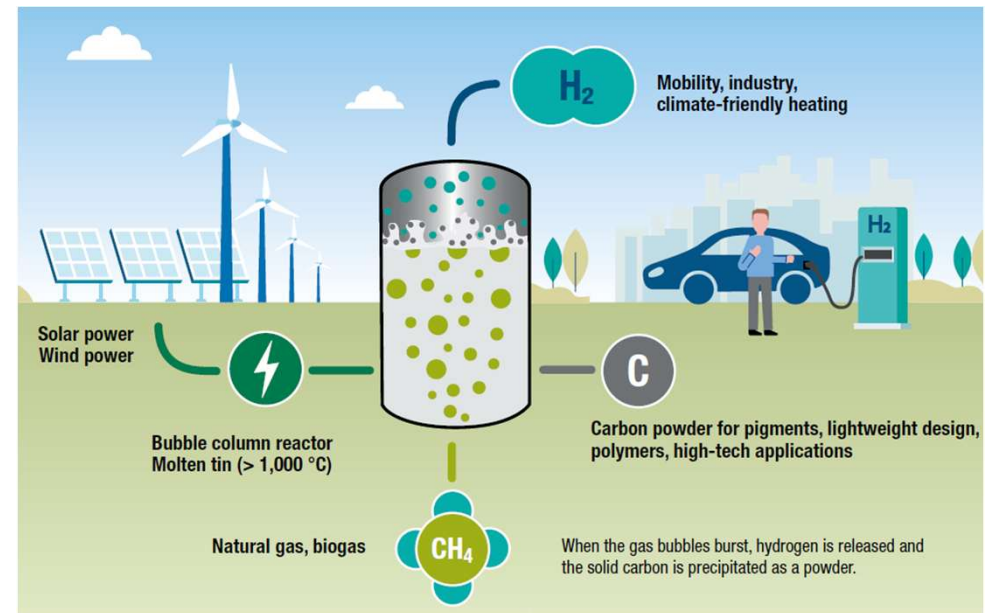
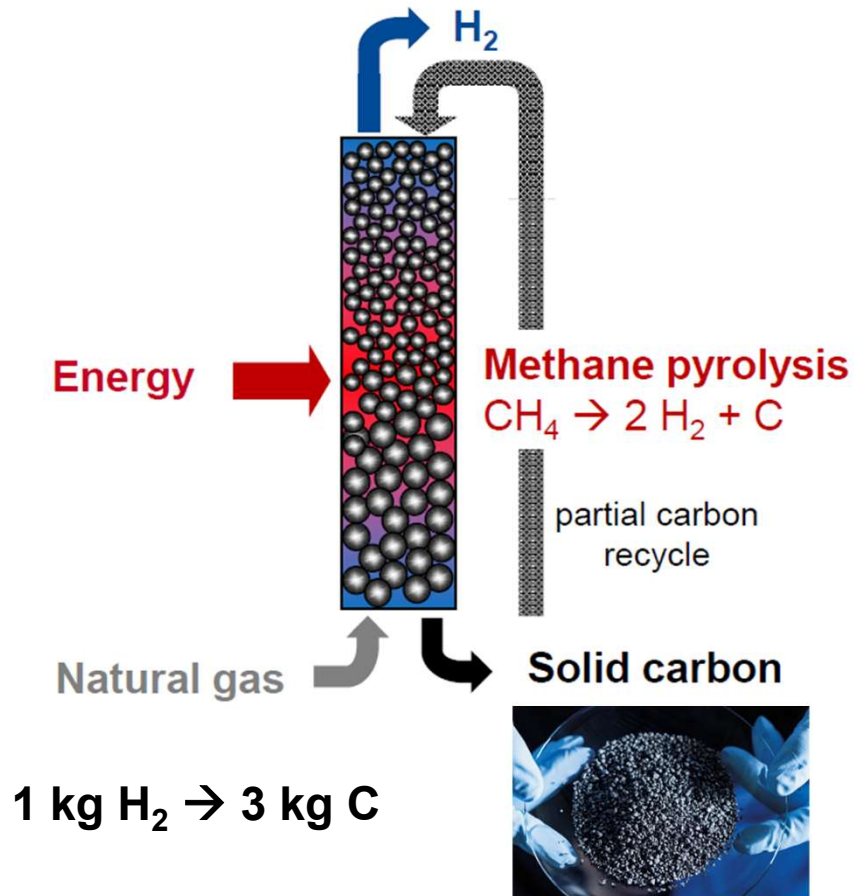


<https://energy.nl/data/methanol-production-from-co%E2%82%82>

Metano pirolizė: turkio spalvos vandenilis

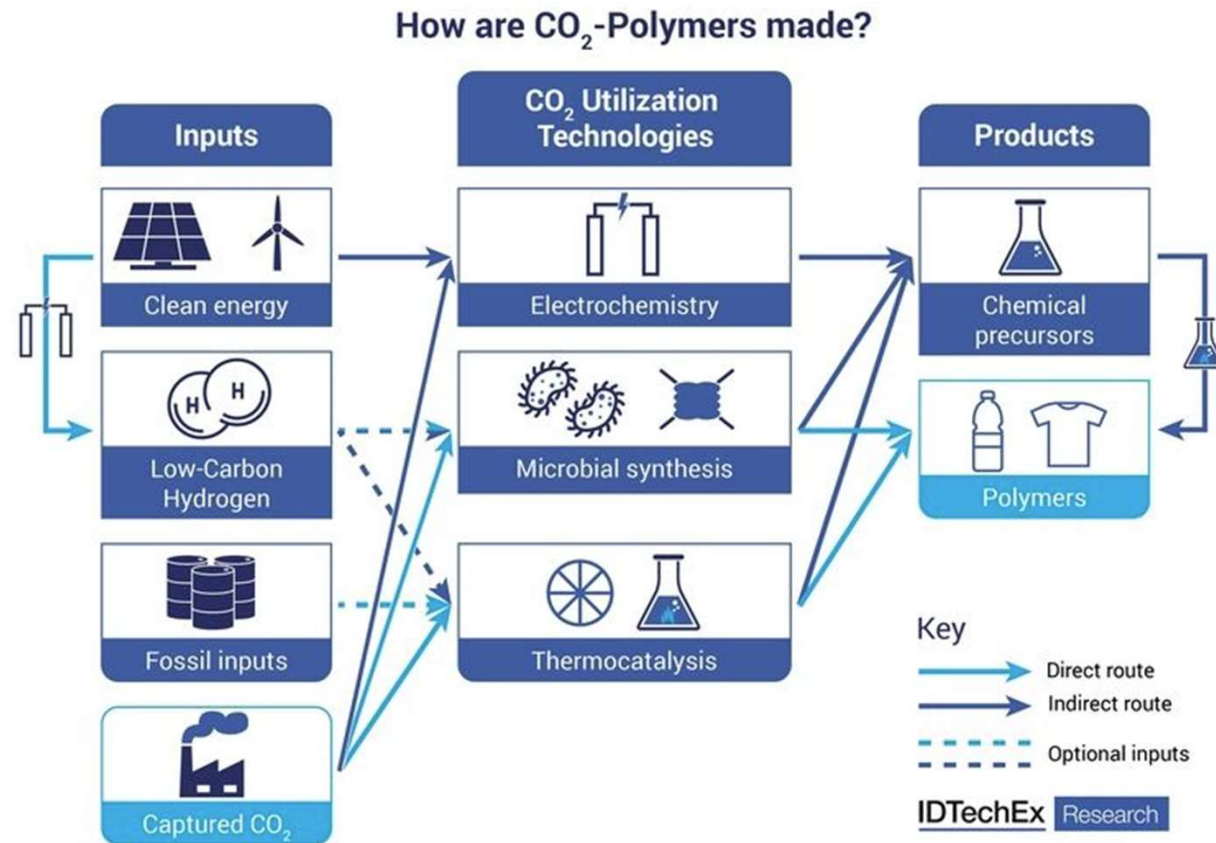
Stephen Jackson,
Chief Market & technology Officer at Hydrogen Europe:

» *Turquoise hydrogen made from pyrolysis is a clean and cost-effective production method that, if properly exploited, can play an important role in growing the hydrogen market and achieving our energy-transition goals.* «



<https://hydrogeneurope.eu/he-dvgw-pyrolysis-report/>

CO₂ panaudojimas polimerams



<https://www.sustainableplastics.com/news/emissions-based-polymers-look-have-promising-future>

CO₂ panaudojimas Agro technologijose



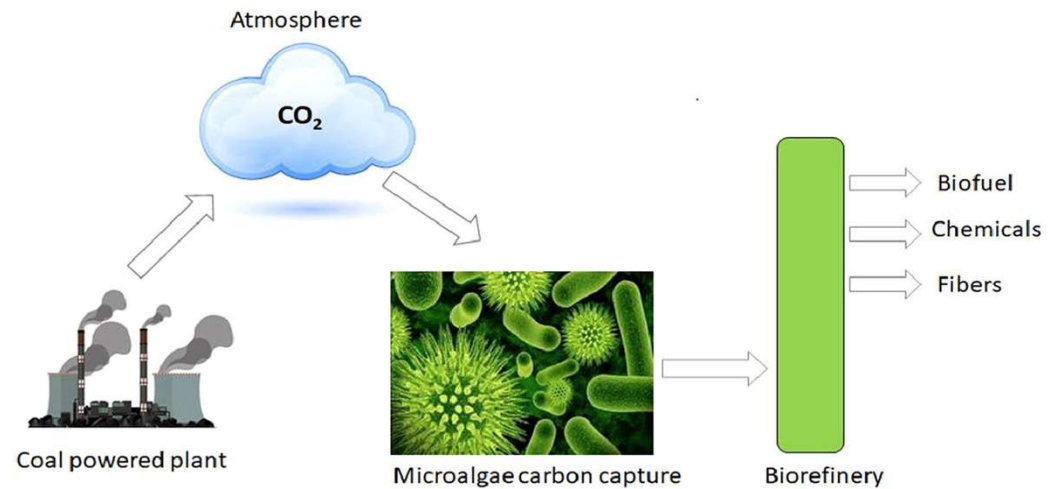
Carbon removals

Innovative approaches to capturing CO₂, directly from the atmosphere and from biogenic emission sources, before storing it in reservoirs such as geological formations, forests, soil or products for the long term.



Carbon farming

Climate-friendly practices implemented by farmers and foresters to enhance carbon sequestration and storage in forests and soils, as well as reduce greenhouse gas emissions from soils.



https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-removals-and-carbon-farming_en ;
<https://doi.org/10.1016/j.ccst.2021.100007>

Teisinis reguliavimas

Išnagrinėsime teises sistemas, reglamentuojančias vandenilio ir kitų naujoviškų technologijų naudojimą išmetamųjų teršalų kiekiui mažinti.

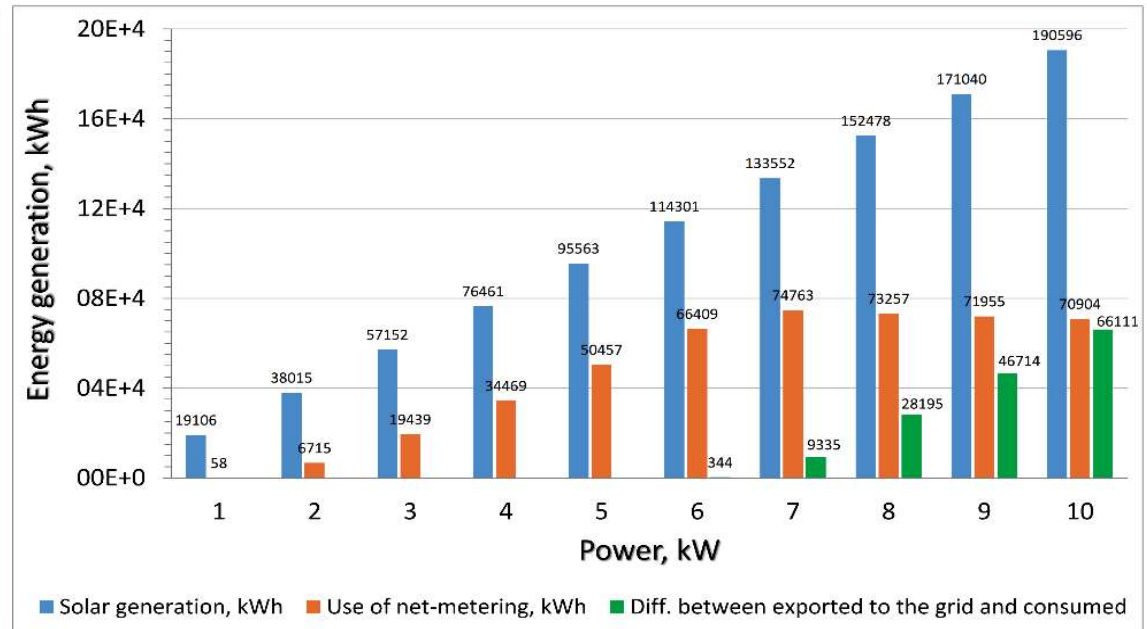
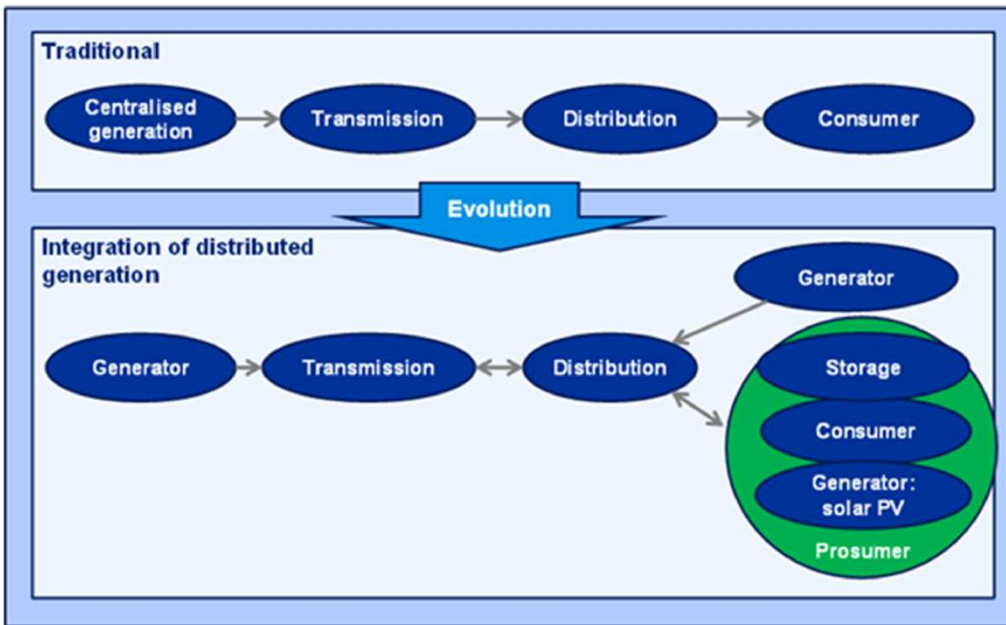
Analizuosime anglies dioksido surinkimo technologijų teisinį reguliavimą. Įvertinsime anglies dioksido surinkimo ir panaudojimo (angl. CCU) technologijų teisinį reguliavimą pramonės įmonėse.

Įvertinsime anglies dioksido surinkimo, transportavimo ir saugojimo (CCS) technologijų teisinį reguliavimą pramonės įmonėse.

Kiekvienoje iš šių analizių bus laikomasi sisteminio požiūrio: nustatomi atitinkami teisės aktai tarptautiniu, ES ir nacionaliniu lygmenimis; atliekama išsami teisės aktų analizė, siekiant įvertinti jų poveikį, perkėlimą į nacionalinę teisę ir suderinamumą su tarptautiniais ir ES teisės aktais; pateikiamas bent vieno ES valstybėje narėje įgyvendinto reglamentavimo pavyzdžio tyrimas. Galiausiai, remiantis teisine, technine ir socialine bei ekonomine analize, tyrime bus siūlomi nacionalinių teisės aktų pakeitimai, siekiant padidinti jų veiksmingumą ir nuoseklumą.

Kiti dekarbonizavimo sprendiniai: tiesioginė elektrifikacija

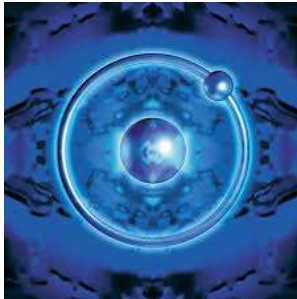
Dependence of solar generation, use of net-metering and fed-in energy lost for the different PV plant size



Vandenilis: panacėja klimato kaitos
problemoms spręsti?

Vandenilio savybės

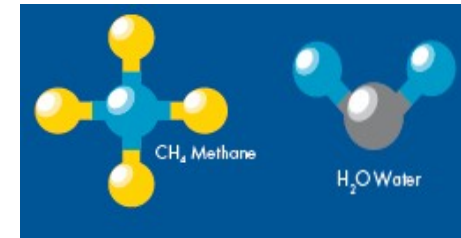
1 protonas,
1 elektronas



-253 °C



Tik junginiuose



Bekvapis,
beskonis



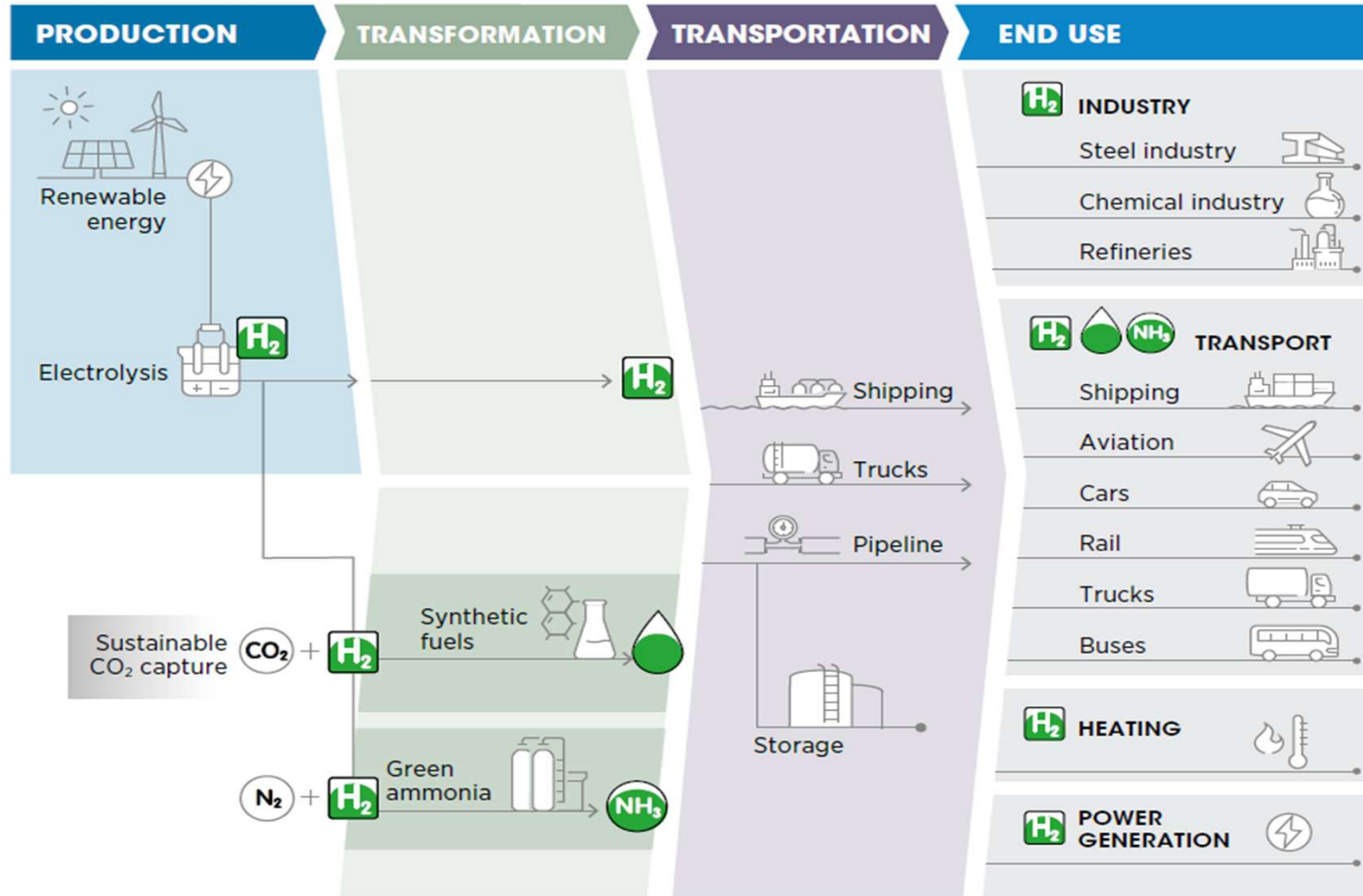
Sprogus



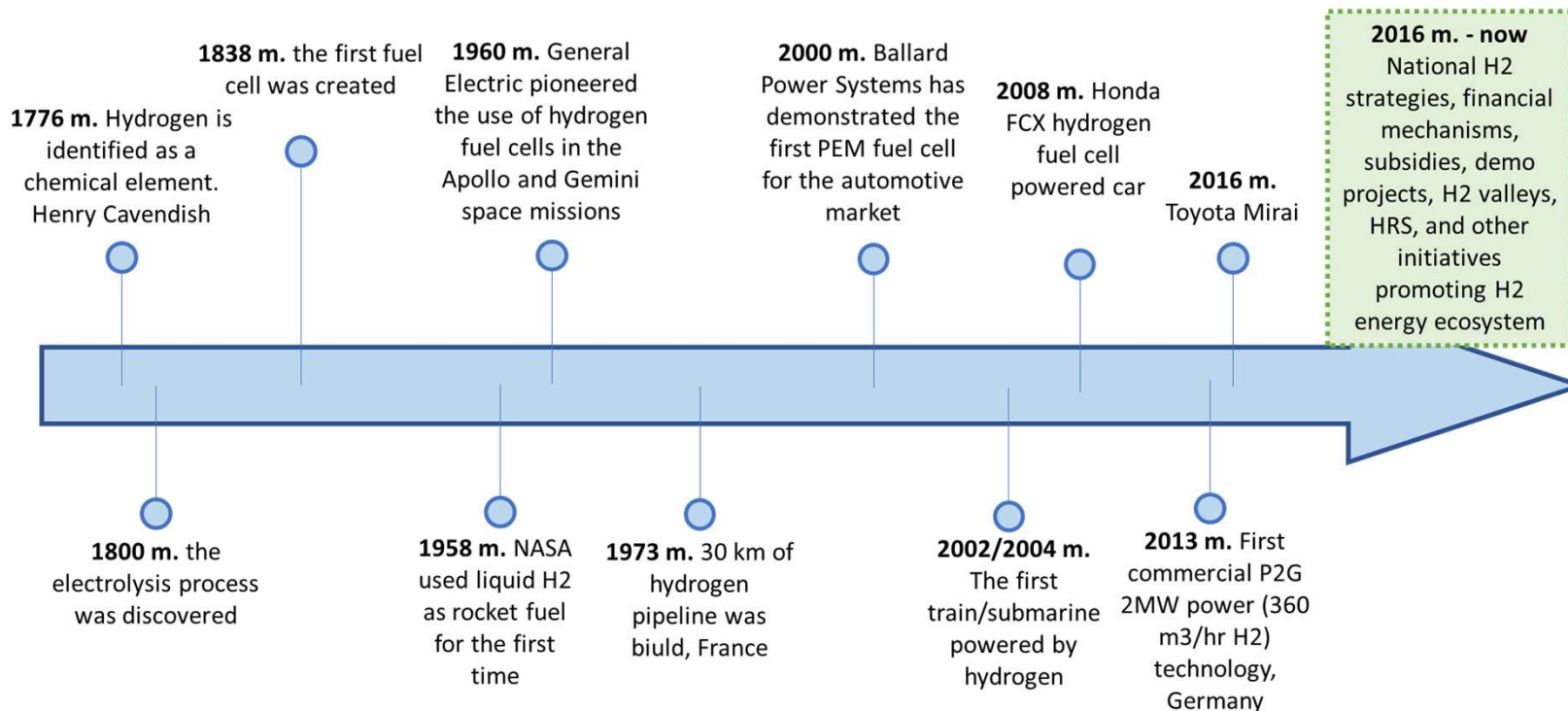
75 % Visatos masės



Vandenilio vertės grandinės



Vandenilio technologijų istorija



Historical examples of electrolysis

Place (city)	Power (MW)	Year	Purpose
Norway (Rjukan)	165	1929	Fertilizer
Norway (Glomfjord)	160	1953	Ammonia
Peru (Cuzco)	25	1958	Ammonia



ES Vandenilio planai

HYDROGEN 2030: THE BLUEPRINT

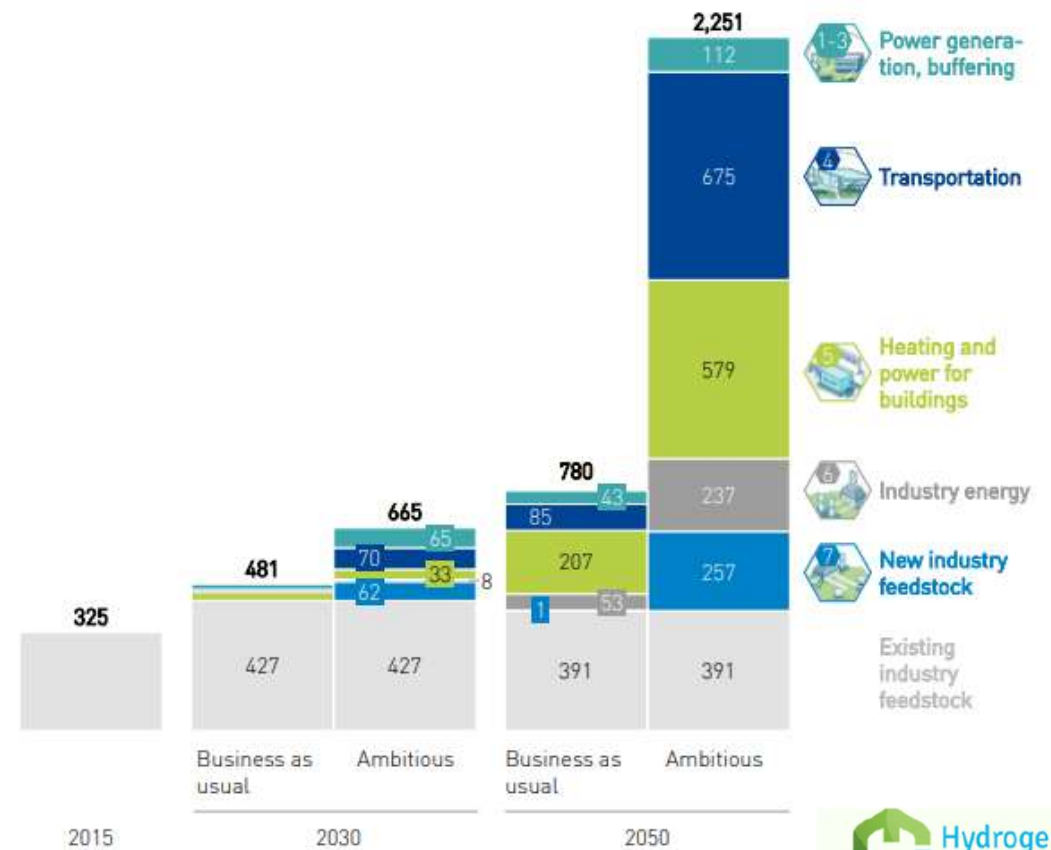
DEMAND				PRODUCTION		
<i>FCH JU Hydrogen roadmap Europe</i>	TWh H ₂	Mt H ₂	Pure H ₂ or blended in Natural Gas	<i>Hydrogen Europe 2x40 GW Green Hydrogen Initiative</i>	TWh H ₂	Mt H ₂
Feedstock Existing	359	9,1	Pure H ₂	EU production green H ₂	173	4,4
Feedstock new Steel, Kerosene	98	2,5	Pure H ₂	Import green H ₂	118	3,0
Industry heat + space heating	79	2,0	Pure H ₂ and/or blended	Assumptions Low Carbon H₂		
Transport	71	1,8	Pure H ₂	Existing H ₂ use now grey to low carbon H ₂ gas SMR/ATR with CCS/CCU, 90% CO ₂ emission reduction and low-carbon electrolysis	324	8,2
Power balancing	58	1,5	Pure H ₂ and/or blended	New low carbon H ₂ Coal gasification with CCS/CCU, nearly 100% CO ₂ emission reduction	50	1,3
TOTAL	665	16,9			665	16,9

Table 2: Hydrogen demand 2030 according to FCH JU Hydrogen Roadmap Europe and hydrogen production according to Hydrogen Europe 2x40 GW Green Hydrogen Initiative and low carbon hydrogen production assumptions.

EXHIBIT 2: HYDROGEN COULD PROVIDE UP TO 24% OF TOTAL ENERGY DEMAND, OR UP TO ~2,250 TWH OF ENERGY IN THE EU BY 2050

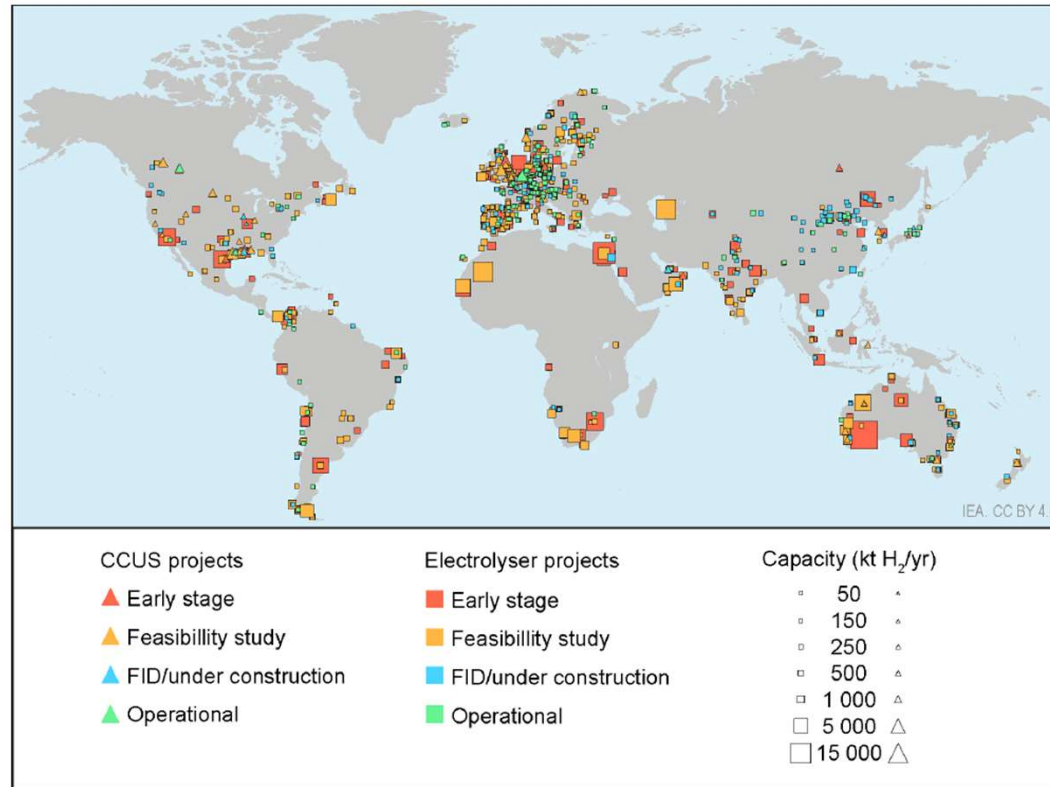
TWh

Final energy demand	14,100	11,500	9,300
Thereof H ₂	2%	4% 6%	8% 24%



Vandenilio projektų realybė

Map of announced low-emission hydrogen production projects



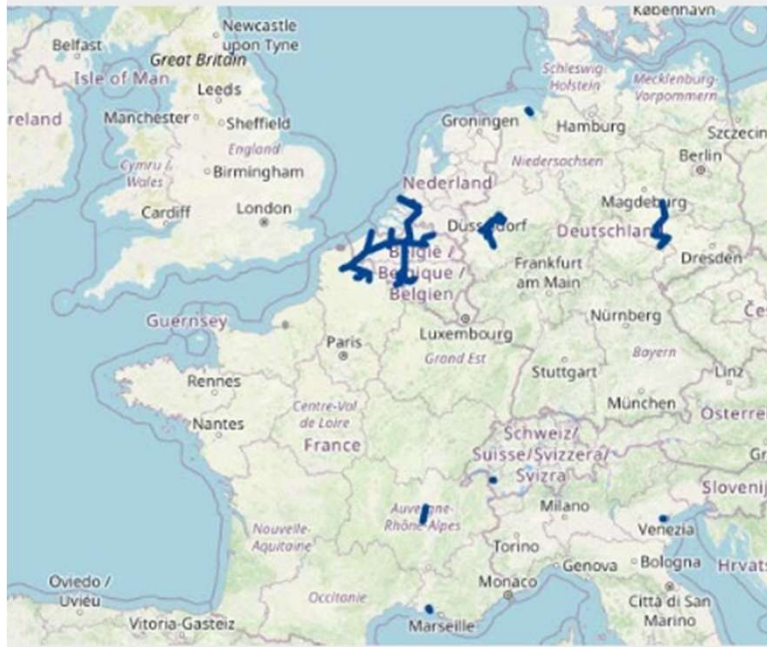
Annual production of low-emission hydrogen could reach 38 Mt in 2030, if all announced projects are realised.

Only 4% of this potential production has at least taken a final investment decision (FID)!!!

H₂ TINKLAI: EGZISTUOJANTYS IR ATEITIES KORIDORIAI

FIGURE 3

Existing hydrogen networks



Source: Fuel Cell and Hydrogen Observatory (2022) Hydrogen pipelines.

FIGURE 8

EHB 2030 infrastructure map with the five import corridors

PIPELINES

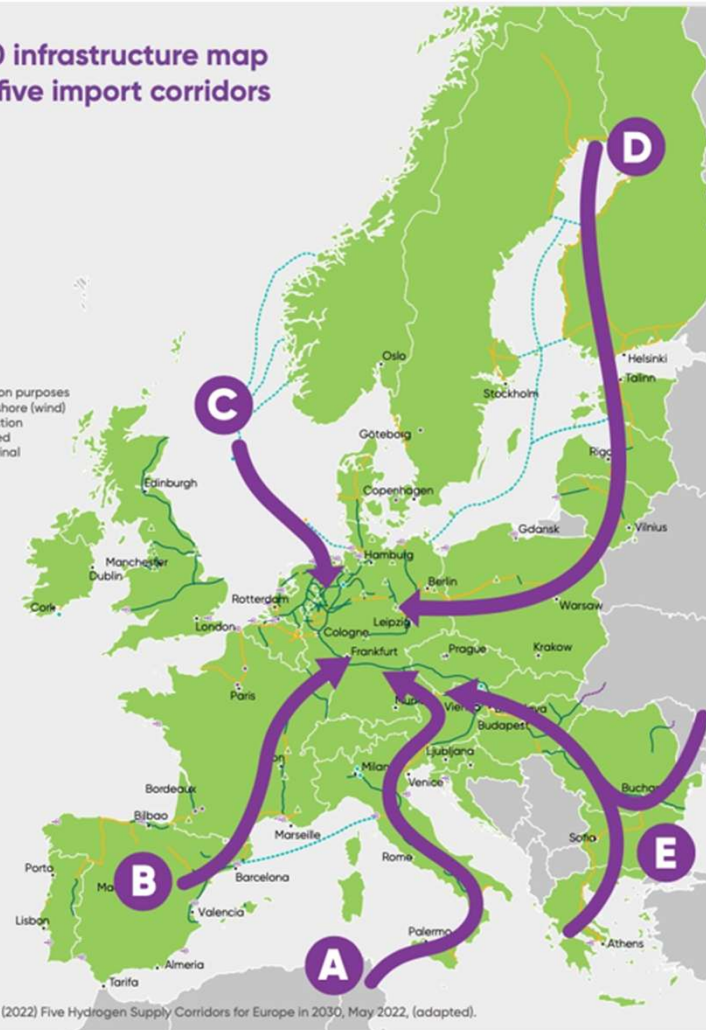
- Repurposed
- New
- Subsea
- Import / Export

STORAGES

- Salt cavern
- Aquifer
- Depleted field
- Rock cavern

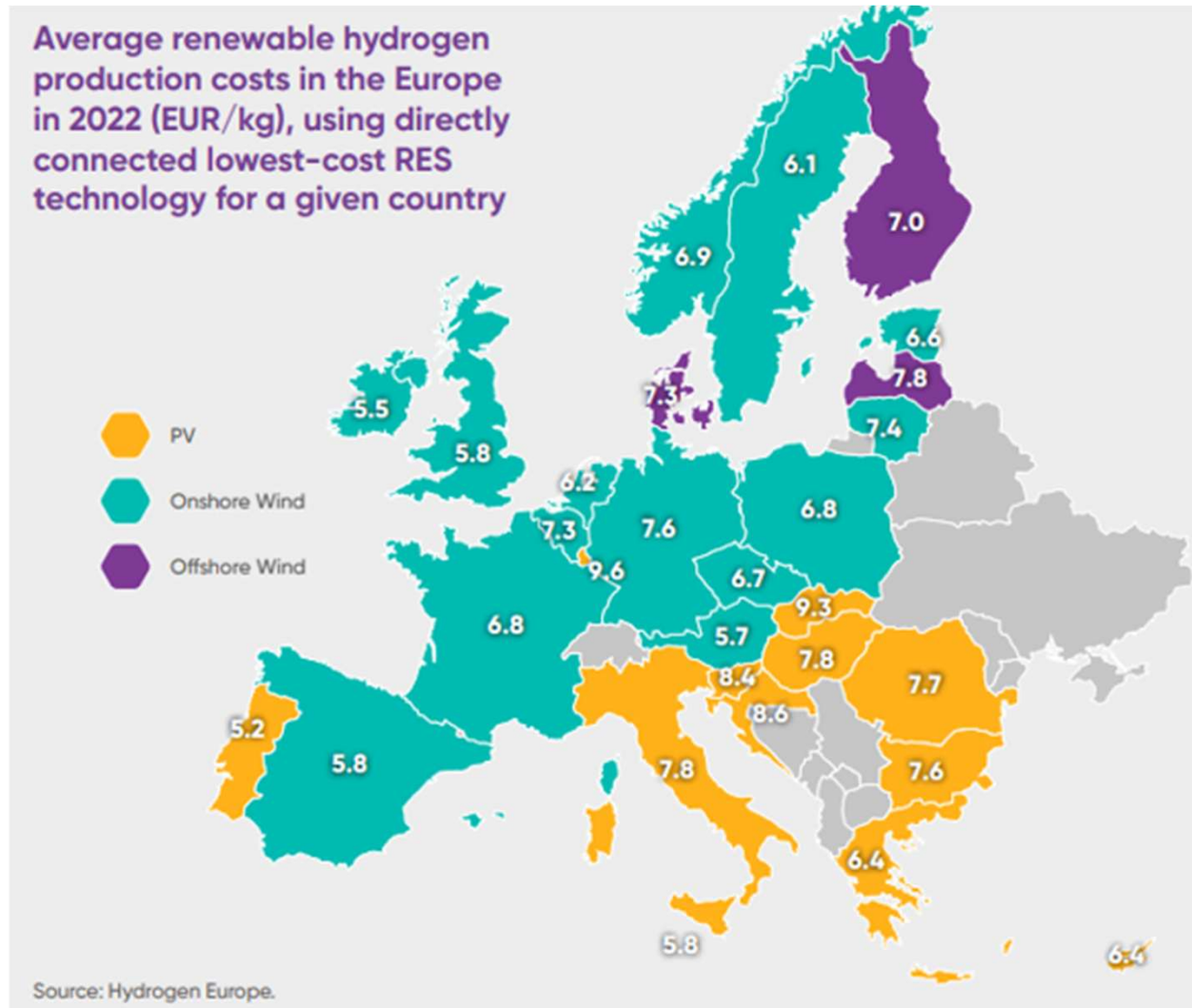
OTHER

- City, for orientation purposes
- Energy hub / Offshore (wind) hydrogen production
- Existing or planned gas-import-terminal



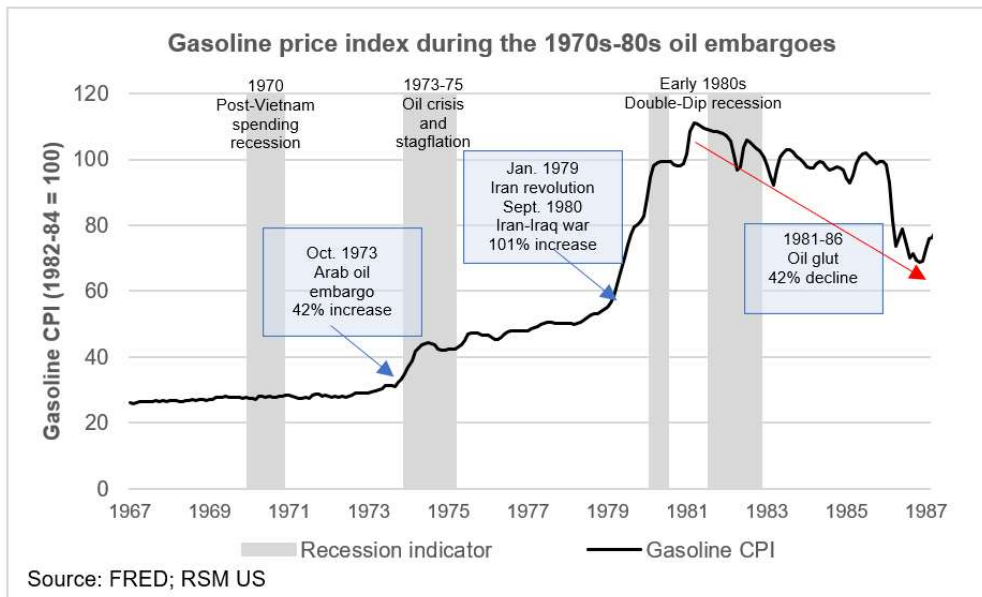
Source: Guidehouse (2022) Five Hydrogen Supply Corridors for Europe in 2030, May 2022, (adapted).

Žaliojo vandenilio kainos, kaip pilkojo vandenilio kainos 1.5-2.5 USD/kg



Vandenilio I, II, III revoliucijos

The Oil Embargo of the 1970s (First Wave)



- **Trigger:** The 1973 oil embargo by Arab nations (OPEC) caused a global energy crisis, highlighting the vulnerability of countries heavily reliant on imported fossil fuels.
- **Focus:**
 - Alternative energy sources, including hydrogen, gained attention as a potential solution to reduce dependence on foreign oil.
 - Research and development were concentrated on hydrogen production and storage technologies, though technical and economic challenges limited widespread adoption.
- **Outcomes:**
 - Hydrogen as an energy carrier gained recognition but lacked strong governmental support to scale up technologies.
 - Focus shifted back to fossil fuels once the oil market stabilized.
 - The infrastructure for hydrogen production, storage, and distribution required significant capital investment, which governments and industries were unwilling to commit to after the energy crisis subsided.

The Bush Administration (Second Wave)

- **Trigger:** In the early 2000s, concerns over energy security (post-9/11), rising oil prices, and climate change sparked renewed interest in hydrogen.
- **Key Initiative:**
 - President George W. Bush launched the **Hydrogen Fuel Initiative** in 2003, pledging \$1.2 billion for hydrogen research.
 - The focus was on hydrogen as a transportation fuel to replace gasoline, with significant investment in fuel cells and hydrogen refueling infrastructure.
- **Challenges:**
 - High costs of hydrogen production and storage.
 - Lack of infrastructure for hydrogen distribution.
 - Competition from other clean energy technologies, such as wind, solar, and hybrid electric vehicles.
- **Outcomes:**
 - Momentum waned as battery electric vehicles (BEVs) gained prominence and funding priorities shifted to other renewable energy technologies.



<https://www.nbcnews.com/id/wbna7978890>

The Current Global Energy Transition (Third Wave)

•**Trigger:** The current hydrogen revolution is driven by climate change mitigation, net-zero targets, and technological advancements in renewable energy and hydrogen production.

•**Key Features:**

- Focus on **green hydrogen** (produced using renewable energy) as a clean energy carrier for decarbonizing hard-to-abate sectors like heavy industry, shipping, and aviation.
- Large-scale initiatives like the **European Green Deal, Hydrogen Valleys**, and hydrogen strategies in countries like Japan, South Korea, and Australia.

•**Unique Aspects:**

- Unlike earlier waves, the current push benefits from falling costs of renewable energy and international collaborations.
- Public and private sectors are investing heavily, with significant government support and international partnerships driving the hydrogen economy forward.

•**Challenges:**

- Scaling up infrastructure and achieving cost-competitiveness remain significant barriers.

•**Outlook:**

- This wave has a stronger foundation, with clear policies and global alignment on the importance of hydrogen for the energy transition.



<https://il.boell.org/en/2024/06/24/green-hydrogen-future-global-energy-transition>

“The problem with experts is that they do not know what they do not know” N.N. Taleb

On his first day in office, Trump issued an executive order to halt further funding from the Inflation Reduction Act (IRA) and Infrastructure Investment and Jobs Act (IIJA), which offered H₂ production tax credits of up to \$3/kg and a combined \$7bn of funding for seven hydrogen hubs, respectively.



Property of reddit

???



<https://www.hydrogeninsight.com/policy/trump-puts-us-clean-hydrogen-support-schemes-on-hold-as-part-of-plan-to-terminate-green-new-deal/2-1-1767401?zephroott=FippKm>

Studijos rengėjų darbų kalendorius

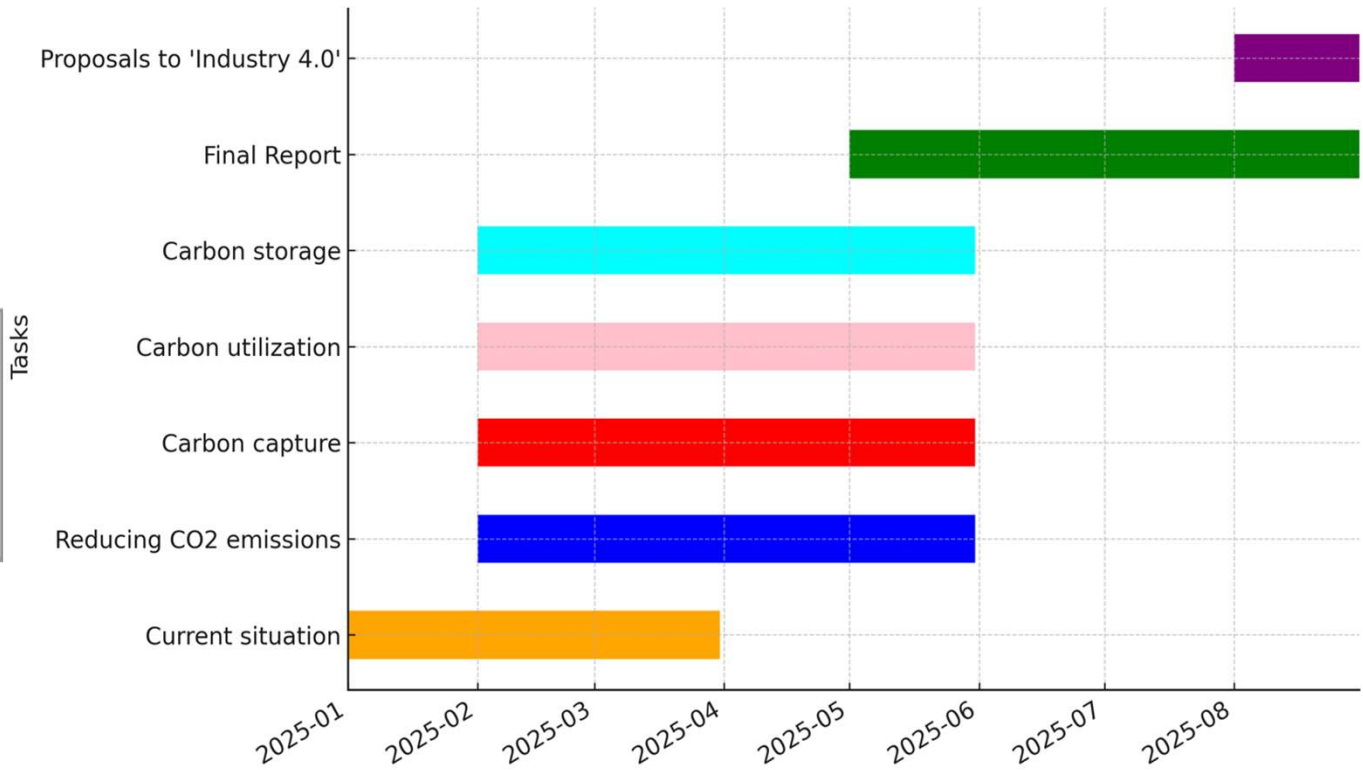
5.15. Galimybių studijos rengimo darbai turi būti atliekami per 260 (du šimtus šešiasdešimt) kalendorinių dienų nuo sutarties pasirašymo dienos tokiomis etapais² ir terminais:

5.15.1. Galimybių studijos parengimo planas - per 20 (dvidešimt) kalendorinių dienų nuo sutarties pasirašymo dienos;

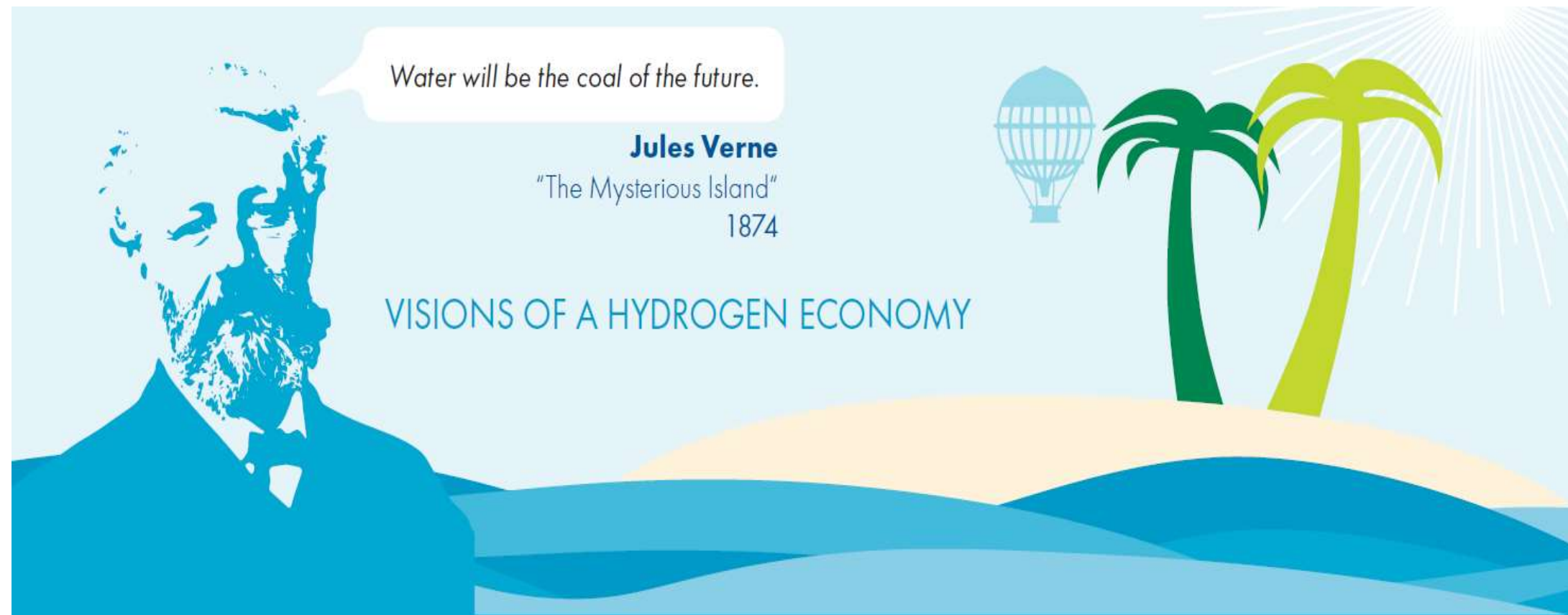
5.15.2. Vandenilio ir kitų inovatyvių technologijų bei CO2 surinkimo ir panaudojimo (CCU), CO2 surinkimo ir saugojimo (CCS) technologijų taikymo pramonės įmonėse galimybių vertinimo ir teisinės analizės ataskaita - per 200 (du šimtus) kalendorinių dienų nuo sutarties pasirašymo dienos;

5.15.3. Pramonės įmonių perėjimo prie nulinių emisijų iki 2050 m. veiksmų planas - per 230 (du šimtus trisdešimt) kalendorinių dienų nuo sutarties pasirašymo dienos;

5.15.4. Baigiamoji ataskaita - per 260 (du šimtus šešiasdešimt) kalendorinių dienų nuo sutarties pasirašymo dienos.



Tasks Chart



Water will be the coal of the future.

Jules Verne

"The Mysterious Island"

1874

VISIONS OF A HYDROGEN ECONOMY

Ačiū už dėmesį!!!