



VANDENILIO VERTĖS GRANDINĖS PLĖTRA

Jurgita Šilinskaitė-Vensloviene

*SGD komercijos skyriaus vadovė
Klaipėdos nafta*

*Rugsėjo 29 d., 2021 m.
Vilnius*

2015 m. priimta **Paryžiaus klimato kaitos mažinimo sutartis** įpareigojo 196 šalis imtis priemonių, neleisiančių vidutinei Žemės temperatūrai pakilti daugiau nei 2°C, lyginant su rodikliais iki pramonės revoliucijos bei užtikrinti, kad klimato atšilimas ateinantį šimtmetį neviršytų 1.5°C.

Vis daugiau pasaulio šalių **vyriausybių** ir **pramonės atstovų** pripažįsta vandenilį **ateities energijos šaltiniu**.

Vandenilio naudojimas **suteikia galimybę** valstybėms, neturinčioms iškastinių energijos išteklių, **tapti energijos gamintojomis** (pvz.: Marokas, Čilė).

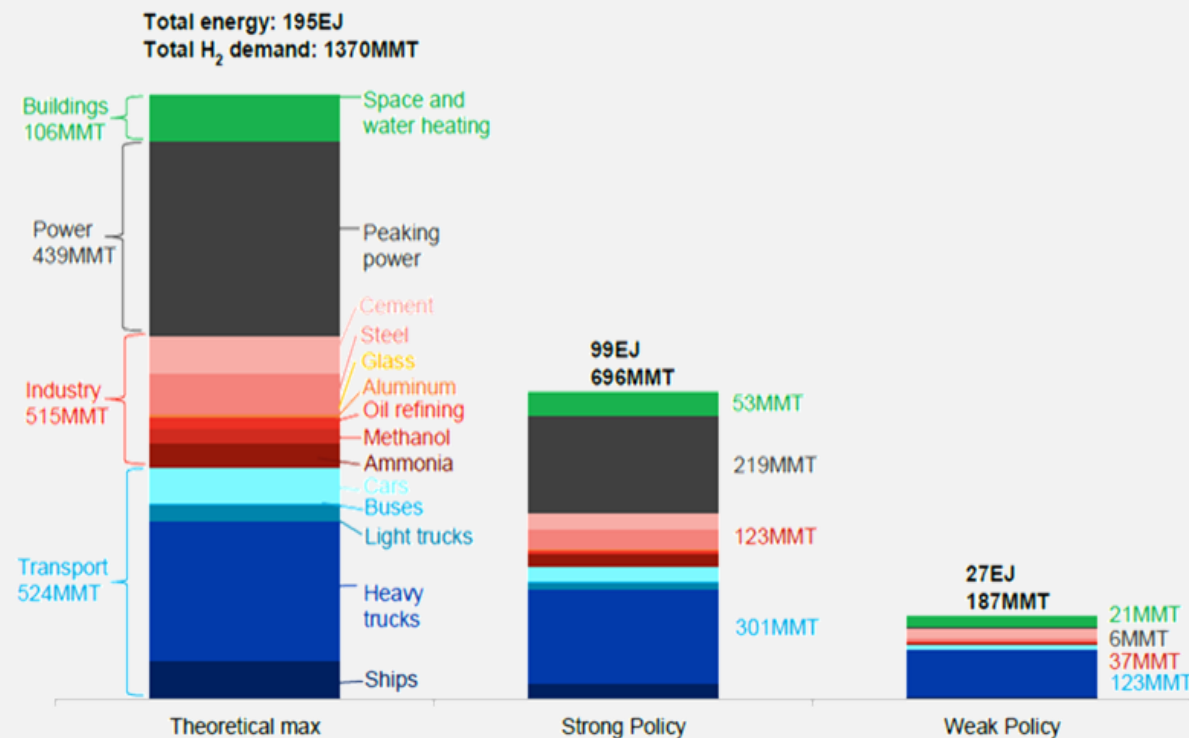
Vandenilis, kurio degimo šalutinis produktas yra vanduo, prisideda prie netaršaus kuro naudojimo siekio.

Jei 2050 metais 24% pasaulio energijos poreikio būtų patenkinama naudojant žaliąjį vandenilį, pastarajam pagaminti reikėtų apie **31 320 TWh** energijos, t.y. **daugiau nei šiuo metu jos pagaminama pasaulyje iš visų energijos išteklių**.

Šiuo metu vandenilio projektų nėra daug, o vertės grandinės plėtra – vis dar ankstyvojoje stadijoje.

POTENCIALŪS H2 POREIKIAI 2050 M.

(BloombergNEF)



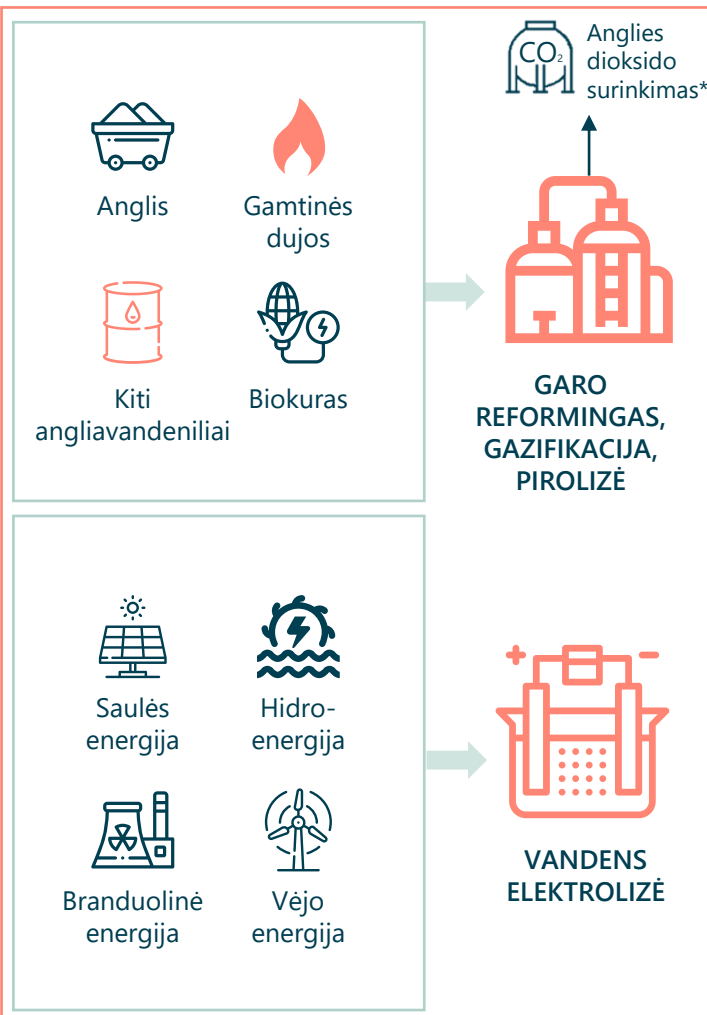
Stiprus ES politinis spaudimas vystyti vandenilio technologijas ir proporcingai didinamos subsidijos -> sumažėjusios kainos (pvz.: vėjo jėgainės).

VANDENILIO SPALVOS

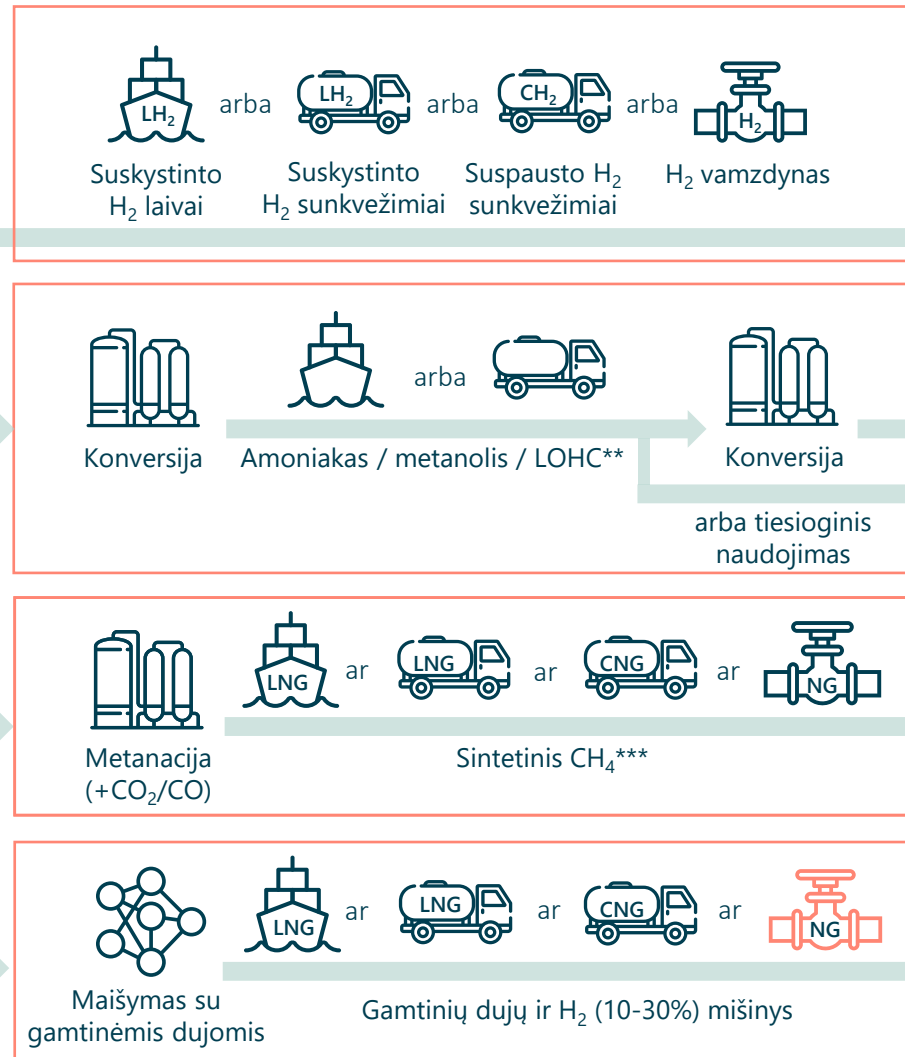
PAVADINIMAS		TECHNOLOGIJA	ŽALIAVA/ELEKTROS ŠALTINIS	ŠILTNAMIO EFEKTĄ SUKELIANČIŲ DUJŲ KIEKIS
GAMYBA IŠ ELEKTROS	ŽALIASIS VANDENILIS	Elektrolizė	Vėjo / Saulės / Hidro / Geoterminė / Potvynių ir atoslūgių	Mažas
	ROŽINIS VANDENILIS		Branduolinė	
	GELTONASIS VANDENILIS		Įvairiarūšė	Vidutinis
	RAUDONASIS VANDENILIS	Katalizinis skaidymas aukštoje temperatūroje	Branduolinė	Mažas
GAMYBA IŠ IŠKASTINIO KURO	MĖLYNASIS VANDENILIS	Gamtinių dujų reformingas+ anglies surinkimas, utilizavimas ir saugojimas (CCUS) / Gazifikacija + CCUS	Gamtinės dujos/anglis	Žemas
	TURKIO SPALVOS VANDENILIS	Pirolizė	Gamtinės dujos	Gryna anglis (šalutinis produktas)
	PILKASIS VANDENILIS	Gamtinių dujų reformingas		Vidutinis
	RUDASIS VANDENILIS	Gazifikacija	Rudoji anglis (lignitas)	Aukštas
	JUODASIS VANDENILIS		Juodoji anglis (bitumingoji)	
	BALTASIS VANDENILIS	Geologiniuose sluoksniuose natūraliai susidarantis vandenilis	N/A	Nėra

Šaltinis: GEI, KN

GAMYBA



PERDAVIMAS, PASKIRSTYMAS, SAUGOJIMAS



PANAUDOJIMAS



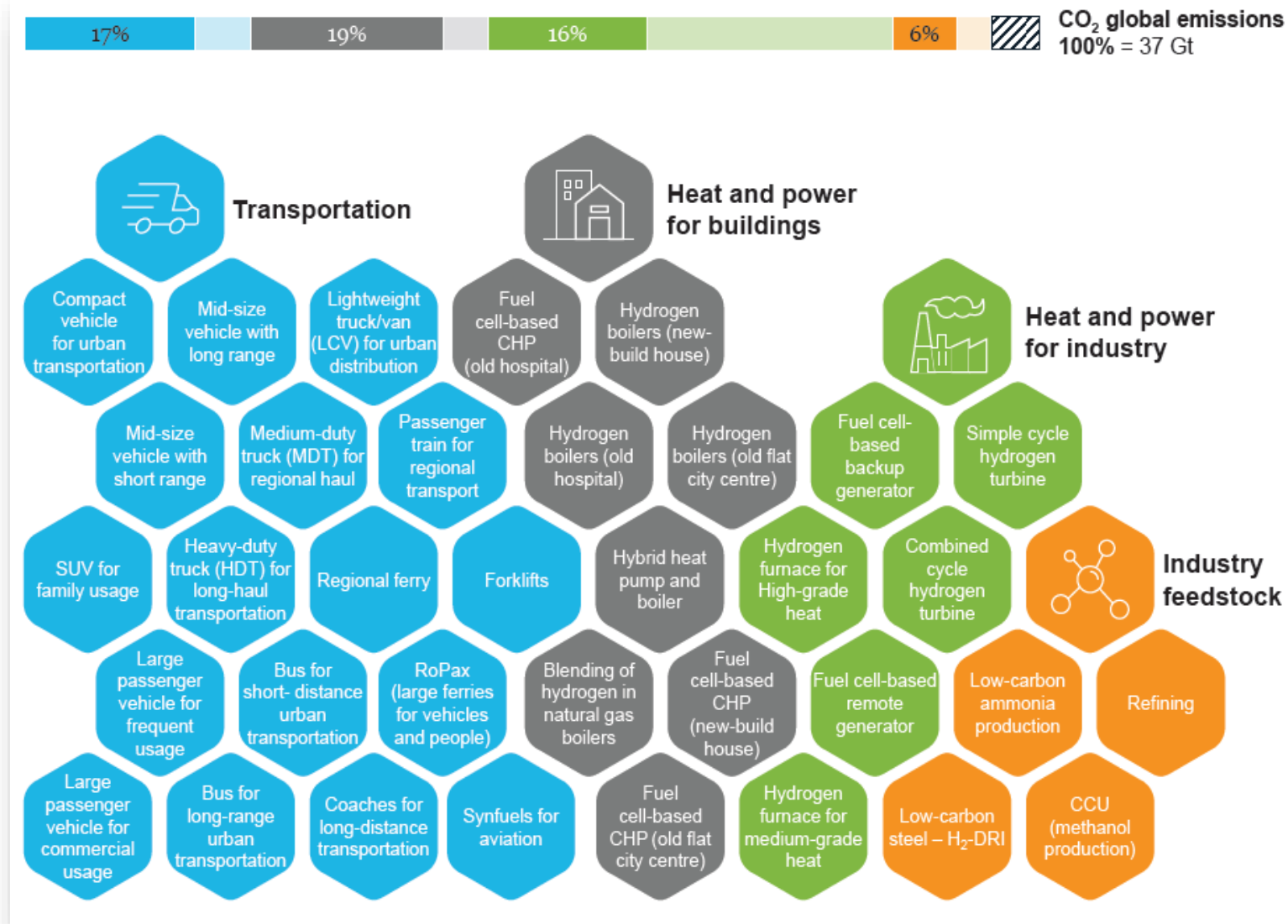
Šaltiniai: IHS Markit, BloombergNEF, KN

* Šis infografikas neanalizuoja CO₂ transportavimo, saugojimo ir panaudojimo galimybių.

** LOHC – skystieji organiniai vandenilio nešėjai

*** Sintetinis metanas(CH₄) – tas pats cheminis junginys kaip ir metanas įprastinėse gamtinėse dujose.

VANDENILIO PANAUDOJIMO SRIČIŲ APŽVALGA



Šaltinis: Hydrogen Council, 2020



POWERED VEHICLES AND FORKLIFTS

Walmart Expands its Fuel Cell Infrastructure

The deal with Plug Power includes fuel cells, hydrogen, fuel infrastructure and maintenance service.

Edited Tom Andel
FEB 27, 2014



JCB WITH FIRST HYDROGEN FUELLED EXCAVATOR

01.07.2020



Naujasis Mirai

VANDENILIS SAVO GRAŽIAUSIA FORMA!

Kaina nuo:	Šaunaudos nuo:	CO2 emisija nuo:	Galia iki:
67 500 €	0,8 kg/100 km	0,0 g/km	182 AG



World First Hydrogen-Electric Passenger Plane Flight

September 30, 2020



TECHNOLOGY AND IIOT > EMERGING TECHNOLOGIES

World's First Hydrogen Train Runs Route in Germany

Hydrogen trains are equipped with fuel cells that produce electricity through a combination of hydrogen and oxygen, a process that leaves steam and water as the only emissions.

Agence France Presse
SEP 17, 2018

Esama Europos infrastruktūra ir plėtros tendencijos

Šiuo metu Europoje yra 143 veikiantys ir 47 skirtinguose vystymo etapuose esantys vandenilio dujų pildymo punktai. Europos lyderė – **Vokietija** – 92 veikiantys punktai; planuojama 100 iki 2022 m. pab. bei 400 iki 2023 m. pab.



California has 40 hydrogen pumps and dozens more under construction. These from True Zero are at an Arco gas station in Fountain Valley. Philip Cheung for The New York Times

Published Nov. 11, 2020 Updated July 13, 2021

Pirmasis pasaulyje **8000 GT LH₂ dujovežis** „Suiso Frontier“ Kawasaki Heavy Industries buvo pagamintas 2020 m. pabaigoje. Laivas pajėgus pristatyti **1250 m³** (apytiksliai **3,5 GWh**) suskystinto vandenilio, pagaminto Australijoje, į vienintelį pasaulyje LH₂ importo terminalą (**2500 m³**) **Kobėje**, Japonijoje (2021). Palyginimui, panašaus dydžio SGD **8070 GT** dujovežio „**Kairos**“, operuojamo Baltijos jūroje, pajėgumas - **7500 m³ SGD** (apytiksliai **50 GWh**).

World's first liquefied hydrogen terminal complete

January 25, 2021 in Terminal News 3 min read



Kobe LH2 Terminal (Hy touch Kobe). Image: Kawasaki Heavy Industries



Photo: Suiso Frontier; Image by KHI

[Back to overview](#)

[Home](#) > [Hydrogen](#)

Suiso Frontier conducts berthing trial at Kobe LH2 Terminal

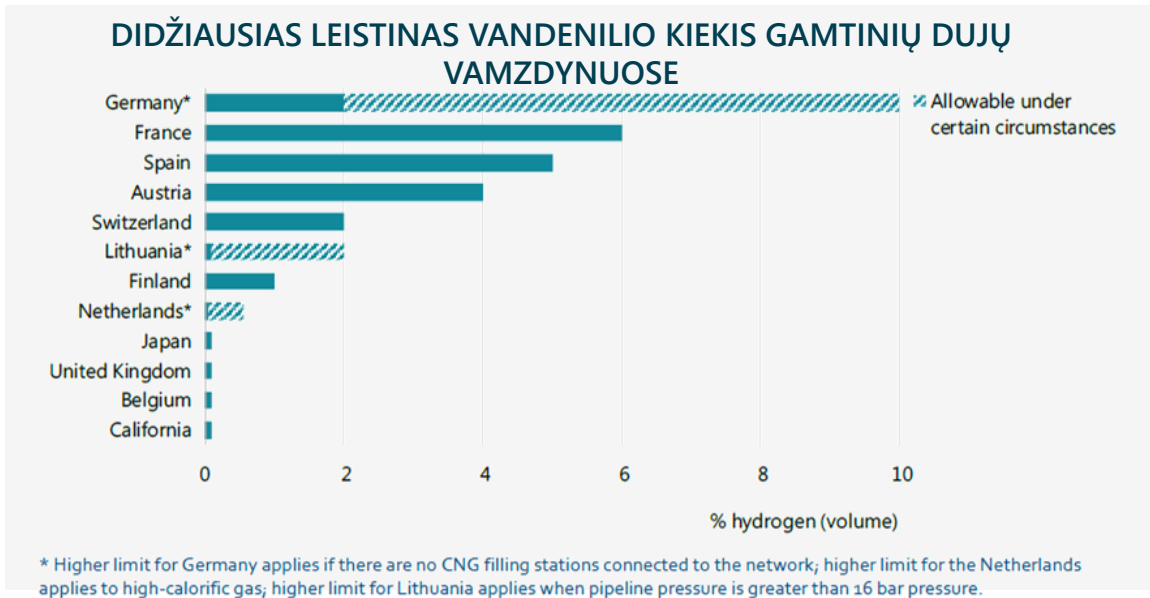
VESSELS

March 26, 2021, by Jasmina Ovcina

VANDENILIO PERDAVIMO SISTEMA

Bendras **vandenilio vamzdynų** ilgis pasaulyje sudaro apie **4500 km** (2600 km Jungtinėse valstijose; 1600 km Europoje), kurį operuoja tokios kompanijos kaip Air Liquide, Air Products, Praxair ir Linde.

Vandenilį galima paduoti į gamtinių dujų perdavimo tinklus jį sumaišant prie tam tikrų sąlygų iki 10%. **Lietuvos** dujotiekyje, kuriame palaikomas 16 ir daugiau barų slėgis, technologiškai galima perduoti **2%** vandenilio turintį dujų mišinį; kitose atkarpose vandenilio koncentracijos limitas - **0.1 %**. Tik **papildomai investuojant** į esamą infrastruktūrą galima pasiekti **10% ir aukštesnės vandenilio koncentracijos** lygį.



Vandenilio perdavimo sistema Europoje galėtų būti sukurta iki 2040 m.

- H₂ pipelines by conversion of existing natural gas pipelines
- Newly constructed H₂ pipelines
- Export/Import H₂ pipelines (repurposed)
- Subsea H₂ pipelines (repurposed or new)

- Countries within scope of study
- Countries beyond scope of study

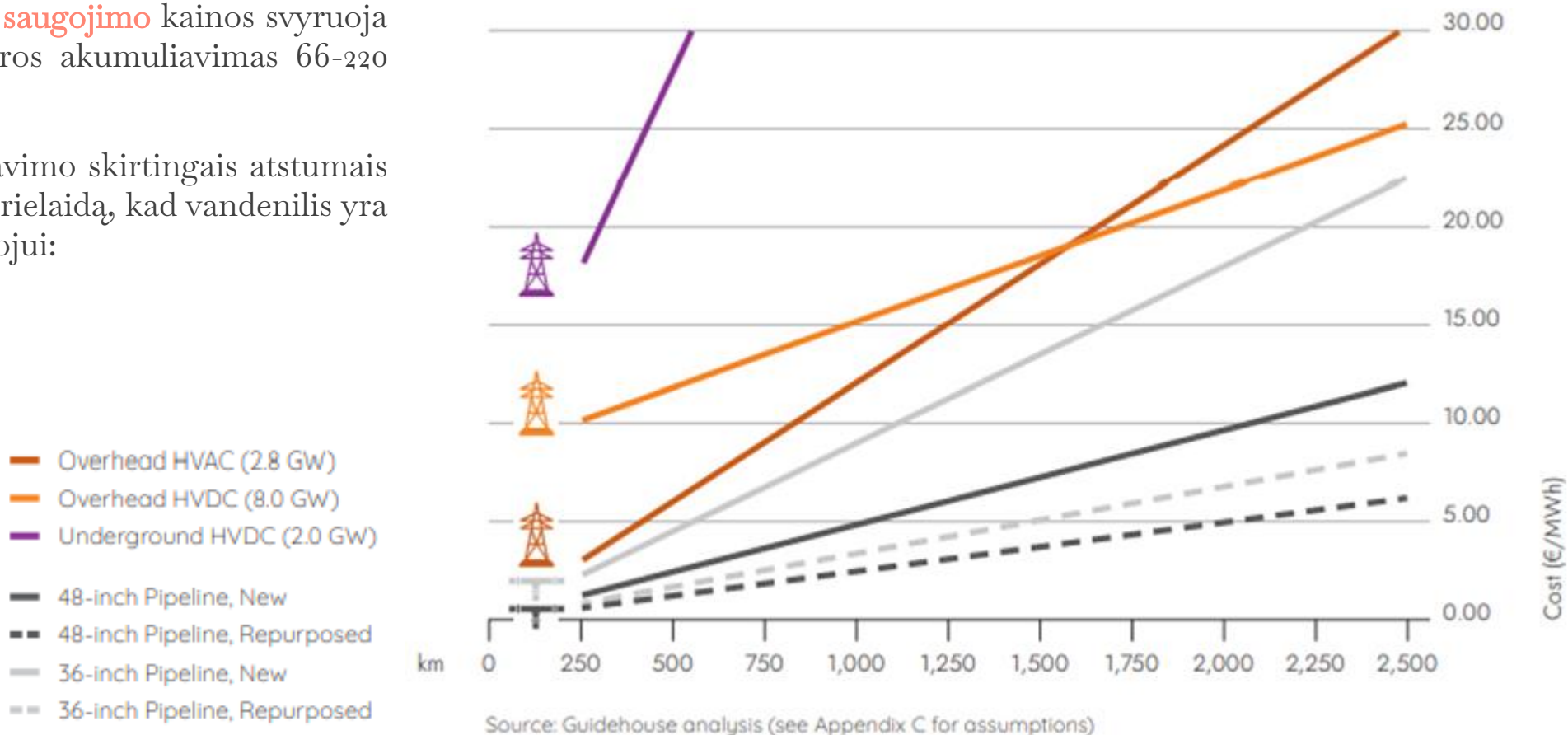
- ▲ Potential H₂ storage: Salt cavern
- Potential H₂ storage: Aquifer
- ◆ Potential H₂ storage: Depleted field
- Energy island for offshore H₂ production
- ★ City, for orientation purposes



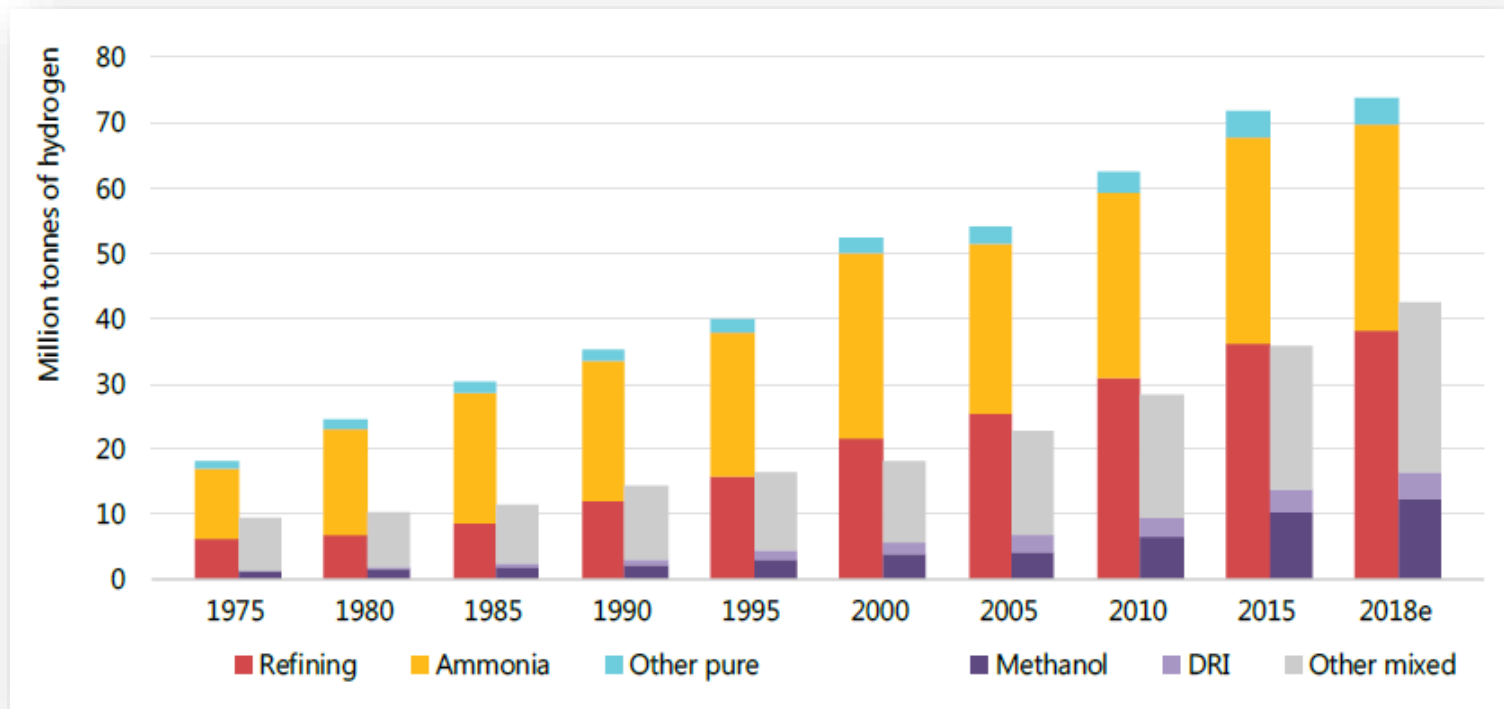
Transportuoti energiją ilgais nuotoliais **vandenilio pavidalu** yra daug **pigiau** nei transportuoti elektrą.

Pažymėtina, jog vandenilio **saugojimo** kainos svyruoja tarp 5-20 €/MWh, o elektros akumuliacijos 66-220 €/MWh.

Elektros ir vandenilio perdavimo skirtingais atstumais kainų palyginimas, darant prielaidą, kad vandenilis yra tiekiamas galutiniam vartotojui:

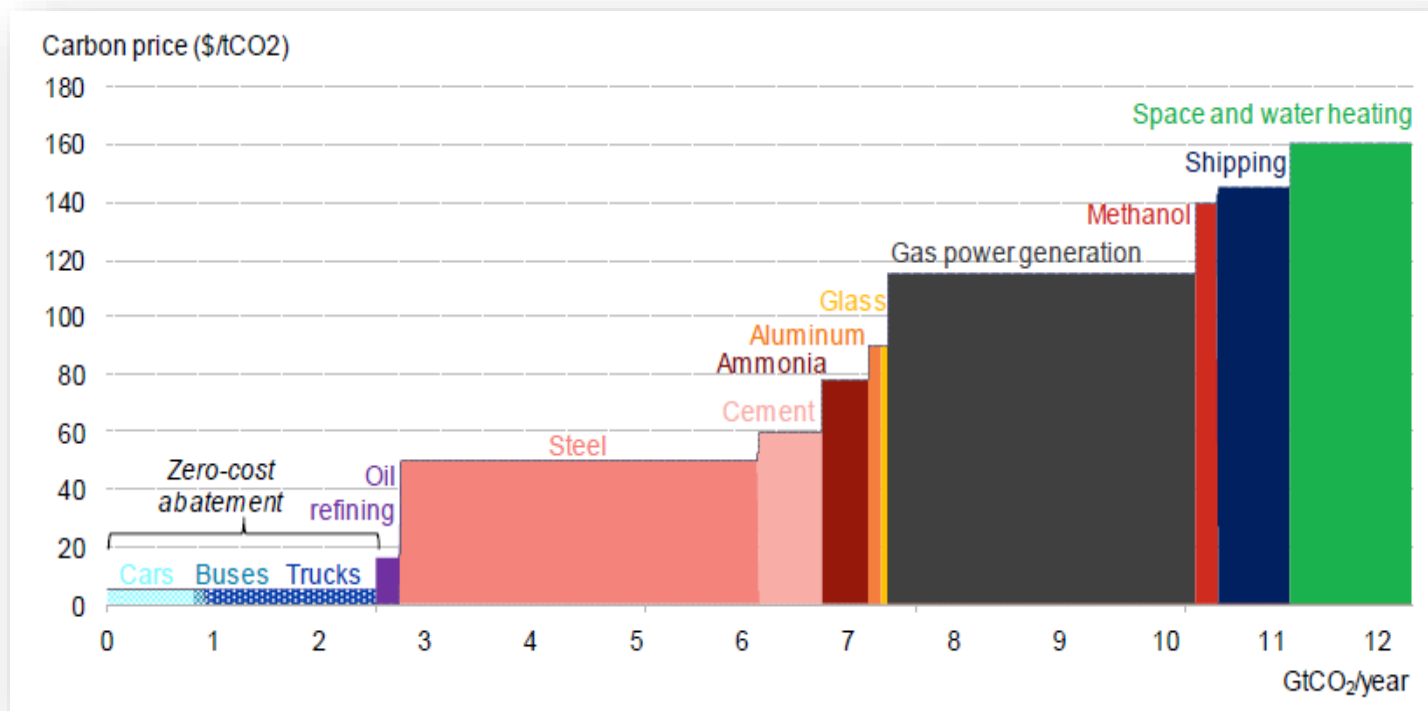


Virš 90% vandenilio yra naudojama pramonės tikslais. Daugiau nei 70 Mtpa vandenilio yra sunaudojama tokiems procesams kaip amoniako gamyba trąšoms ir naftos perdirbimo pramonėje. Dar 45 Mtpa vandenilio, mišinyje su kitomis dujomis, yra sunaudojama plieno ir metanolio gamybai.



Šaltinis: Global annual demand for hydrogen since 1975. Source IEA, 2019

Pasak Hydrogen Council (2020), iš **gamtinių dujų riformingo** būdu išgauto **vandenilio kaina**, įskaitant CO₂ sugaudymą ir saugojimą (CCS), **2030 m.** galėtų siekti **1.15 Eur/kg**. Tuo tarpu plačiai saulės ir vėjo energiją naudojančios šalys, tokios kaip **Čilė, Australija** ir Saudo Arabija, yra potencialios žaliojo vandenilio gamintojos iš **atsinaujinančių energijos šaltinių**. Šiose šalyje kainos galėtų siekti 2.1 Eur/kg ir per dešimt metų (**iki 2030 m.**) kristi daugiau nei dvigubai – iki **1.00 Eur/kg**. Tuo tarpu **Europoje** žaliojo vandenilio, pagaminto naudojant atsinaujinančią jūrinio vėjo energiją, kaina siekia apie 5 Eur/kg, tačiau prognozuojama, kad išplėtojus infrastruktūrą ir optimizavus įrangą, kaina sumažėti iki **2.1 Eur/kg**.

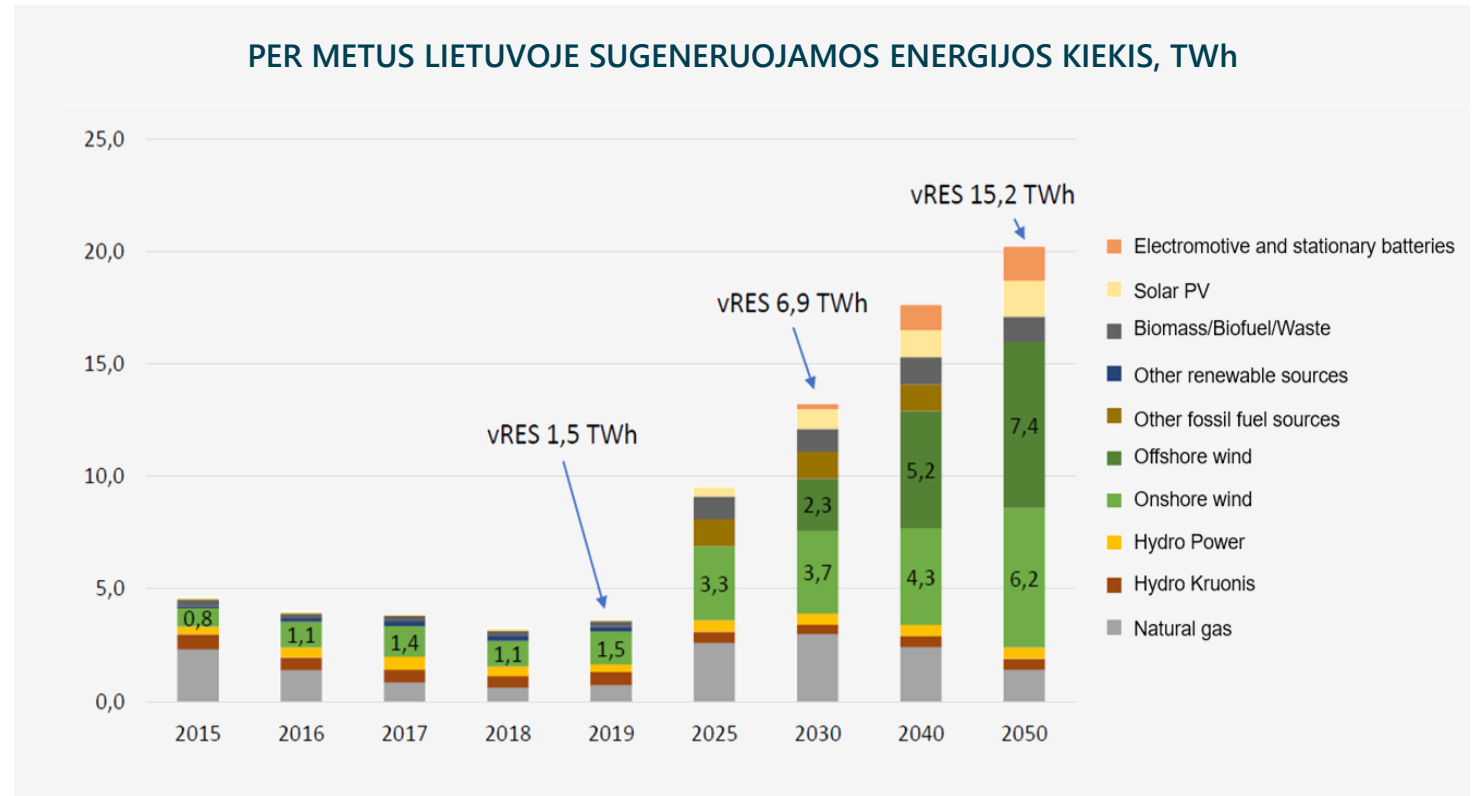


Šaltinis: BloombergNEF, 2020.

VANDENILIO GAMYBOS GALIMYBĖS LIETUVOJE – STUDIJOS „RAIDA 2050“ PERSPEKTYVOS

2019 m. Lietuvoje buvo suvartota 13.0 TWh elektros iš kurių tik 3.6TWh buvo pagamintos šalyje. **Šalyje sugeneruojama apie 30% elektros energijos poreikio.** Numatoma didinti iki 70% 2030 ir 100% 2050.

Žaliojo vandenilio gamyba kaip P₂G sprendinys (elektra į dujas) numatomas po 2030 (atsinaujinančios elektros balansavimui). P₂G sprendinys racionalus arčiau 2050 m., tais atvejais, kai elektros kainos žemesnės nei 20 Eur/MWh. Tokiu būdu būtų galima panaudoti iki **1.7 TWh** elektros žaliojo vandenilio gamybai ir, esant elektrolizerių efektyvumui 80%, pagaminti **34 kt vandenilio.**



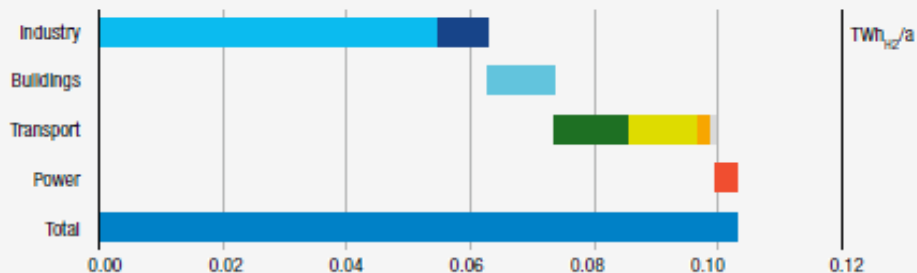
Šaltinis: Litgrid, DNV GL, 2020.

Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU) vertino Nacionalinį energetikos ir klimato srities 2020 – 2030 veiksmų planą dėl vandenilio gamybos

Aukšto ir žemo vandenilio poreikio atvejų analizė atskleidžia potencialų 100-720 GWh/a (apie 3-22 kt) vandenilio poreikį. Tokiu atveju, atitinkamai bent 0,1 - 0,5 GW atsinaujinančios elektros reikėtų skirti žaliajam vandeniliui gaminti elektrolizės būdu.

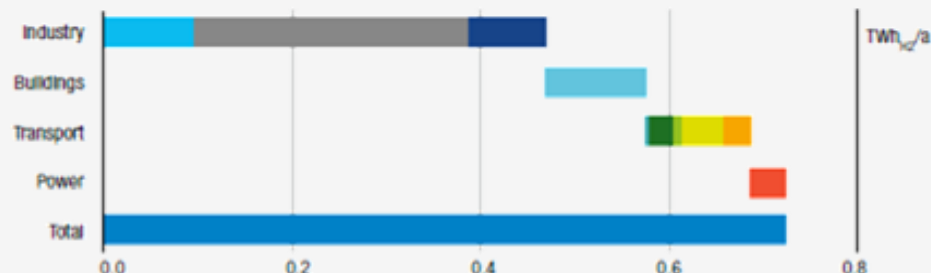
Lietuvoje iki 2030 metų planuojama turėti 4 GW elektros gamybos pajėgumų iš atsinaujinančios energijos šaltinių, atitinkamai dalis galėtų būti panaudota tiksliai žaliajo vandenilio gamybai.

Low scenario

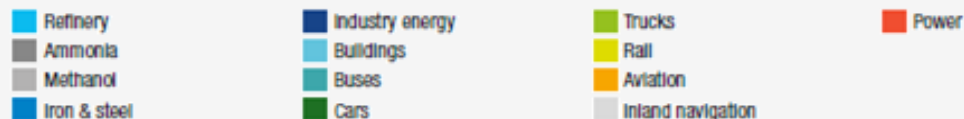


In the low scenario, renewable hydrogen accounts for 0.2% of final total energy demand (i.e. 0.1 out of 47 TWh/a) or 2.2% of final gas demand (5 TWh/a) according to EUC03232.5.

High scenario



In the high scenario, renewable hydrogen accounts for 1.5% of final total energy demand (i.e. 0.7 out of 47 TWh/a) or 15.3% of final gas demand (5 TWh/a) according to EUC03232.5.



Šaltinis: FCH JU,
Opportunities for Hydrogen Energy Technologies in Lithuania

Vertės grandinės vystymo įgalinimas Lietuvoje

Vandenilio vertės grandinės **vystymo įgalinimo elementai** Lietuvoje yra ankstyvoje stadijoje.

Politika, infrastruktūra, standartai ir reguliavimas yra silpnai išvystyti.

Tuo tarpu kompetencijų ugdymas, finansinės subsidijos gali būti vertinamos kaip labiau pažengusios ir vidutinio lygio.





ESMINĖS PROBLEMOS

- Nėra druskų kavernų vandenilio sandėliavimui.
- Nėra grynojo vandenilio transportavimui ir paskirstymui pritaikytos infrastruktūros.
- Nėra vandenilinio kuro degalinių infrastruktūros.
- Draudžiama saugoti CO₂ geologiniuose sluoksniuose.
- Nėra aiškios vandenilio politikos.
- Nėra aiškaus vandenilio reguliavimo.
- Aukšta vandenilio ir jo infrastruktūros kaina.
- Nesaugus vandenilio naudojimas įvairiose srityse gali lemti vandenilio naudojimo diskreditavimą.
- Vandenilio rinkos vystymosi neaiškumas atitolina infrastruktūros plėtrą.



ESMINIAI PRIVALUMAI

- Patirtis vandenilio gamyboje iš iškastinio kuro pramonės reikmėms.
- Gerai išvystytas gamtinių dujų tinklas sudaro galimybes įmaišyti vandenilį.
- Patirtis naudojant gamtinių dujų ir vandenilio mišinį transporto sektoriuje.
- CO₂ surinkimo ir saugojimo patirtis.
- Kompetencija vandenilio tyrimuose ir plėtroje.
- Finansinių priemonių prieinamumas.
- Jūros vėjo energijos panaudojimas vandenilio gamybai kaip energijos balansavimo ir kaupimo priemonė.
- Iki 2030 m. 0.1 - 0.5 GW atsinaujinančios energijos skirti žaliojo vandenilio gavybai.
- Galimybė vandenilį naudoti šiluminei energijai gauti.
- Galimybė pritaikyti transporto sektoriuje.

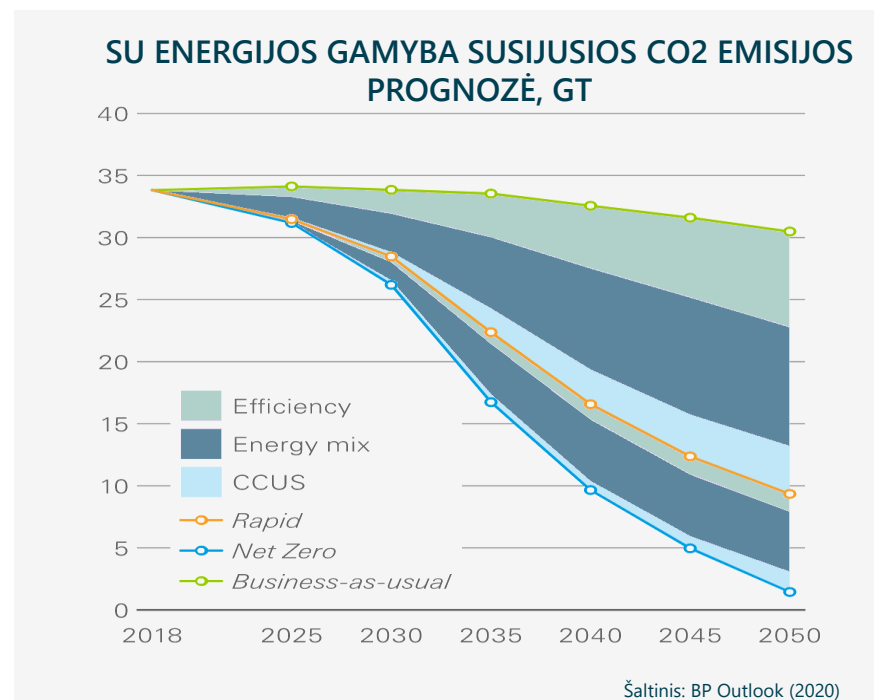
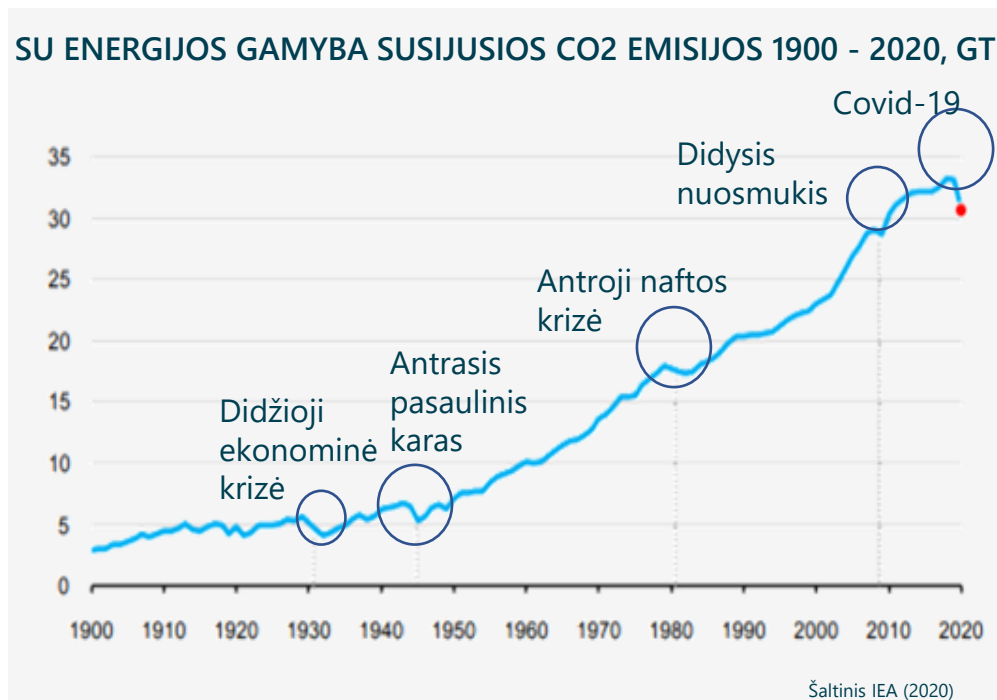
Išmetamo CO2 kiekio mažėjimo tempas **priklauso** nuo pasirinkto politikos formavimo scenarijaus

IEA apskaičiavo, kad 2020 m. CO₂ emisijos, susijusios su energijos gamyba, sumažėjo 5.8% (didžiausias metinis sumažėjimas nuo antrojo pasaulinio karo).

- Naftos produktų degimo metu išsiskiriančių CO₂ dujų kiekis sudarė pusę bendro sumažėjimo; išmetamų teršalų mažėjimą lėmė susiaurėjusios kelių transporto ir aviacijos apimtys.

Būsimas energijos vartojimas priklauso nuo politinių ir klimato kaitos sprendimų; dauguma CO₂ apžvalgų numato skirtingus scenarijus; pvz. BP apžvalga numato tris scenarijus (Spartus, Net-Zero (netrulaus poveiklo klimatui) ir Įprastinio verslo).

- 2050 m. gamtinės dujos išlaikys pozicijas tarp pirminių energijos rūšių (Spartaus scenarijaus atveju – ~21%, Net-Zero – ~13%, Įprastinio verslo – ~25%);



Didesnė apyvartinių taršos leidimų (ATL) vieneto **kaina skatina** naujas investicijas

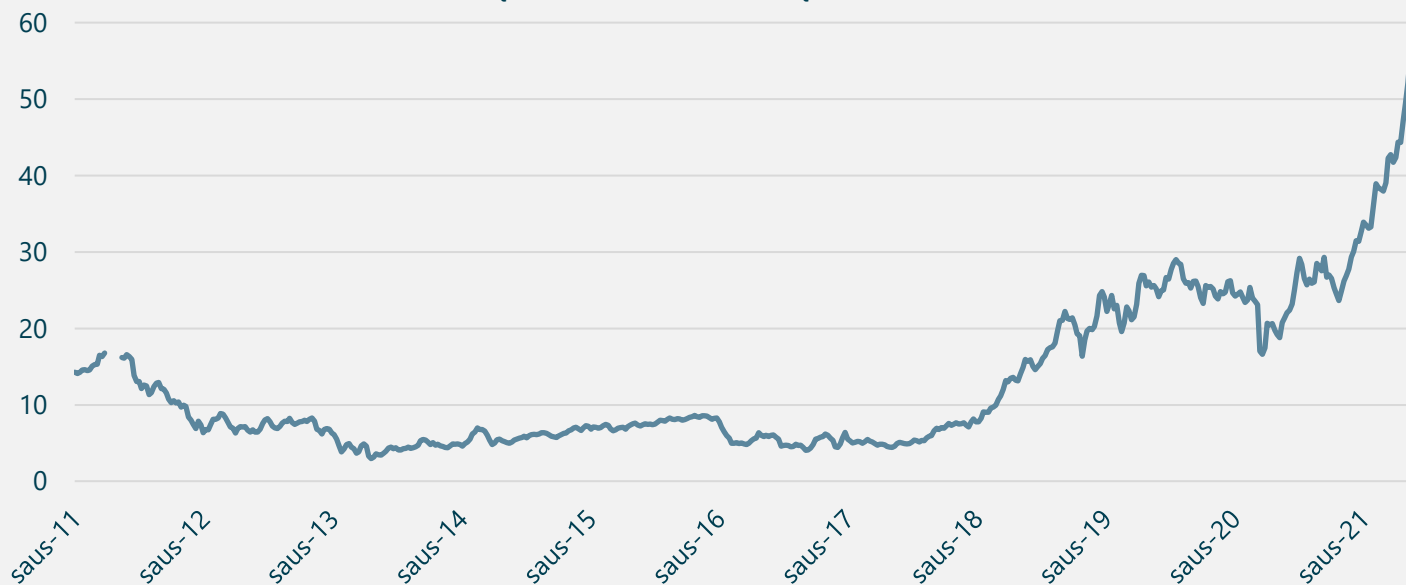
ES ATL įsigijami pagal ribojimų ir prekybos sistemą. Nustatomas didžiausias leistinas šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekis, kuris, laikui bėgant, mažinamas, tokiu būdu mažinant taršos lygį.

- ES ATL taikomi energijos ir šilumos gamybos procesams, didelį energijos kiekį suvartojančioms gamybos įmonėms ir komercinei aviacijai. Planuojama į šį sąrašą įtraukti ir sausumos bei jūrų transporto sektorių, kt.

Aukštesnės CO₂ taršos kainos skatina kompanijas investuoti į naujas technologijas ir įrenginius, tokiu būdu mažinant CO₂ išmetimus.

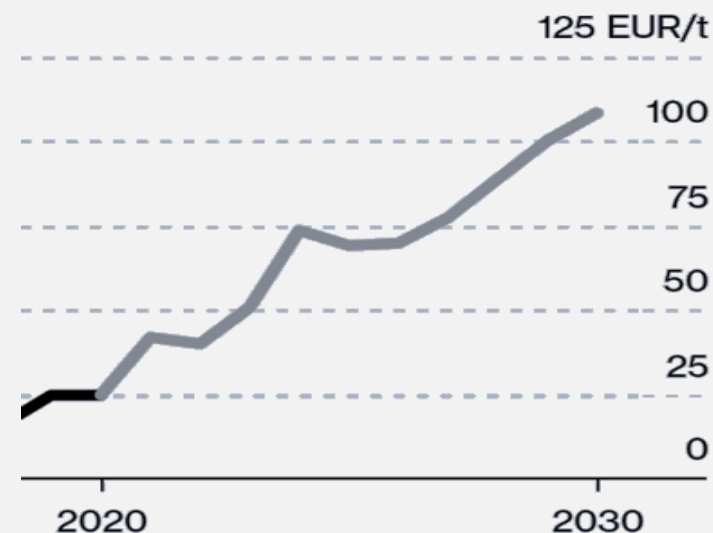
- BloombergNEF teigia, jog CO₂ išmetimų kaina iki 2030 metų gali pasiekti 100 EUR (Bloomberg, 2021).

ES APYVARTINIŲ TARŠOS LEIDIMŲ (ES ATL) KAINA, EUR/t



Šaltinis: EMBER

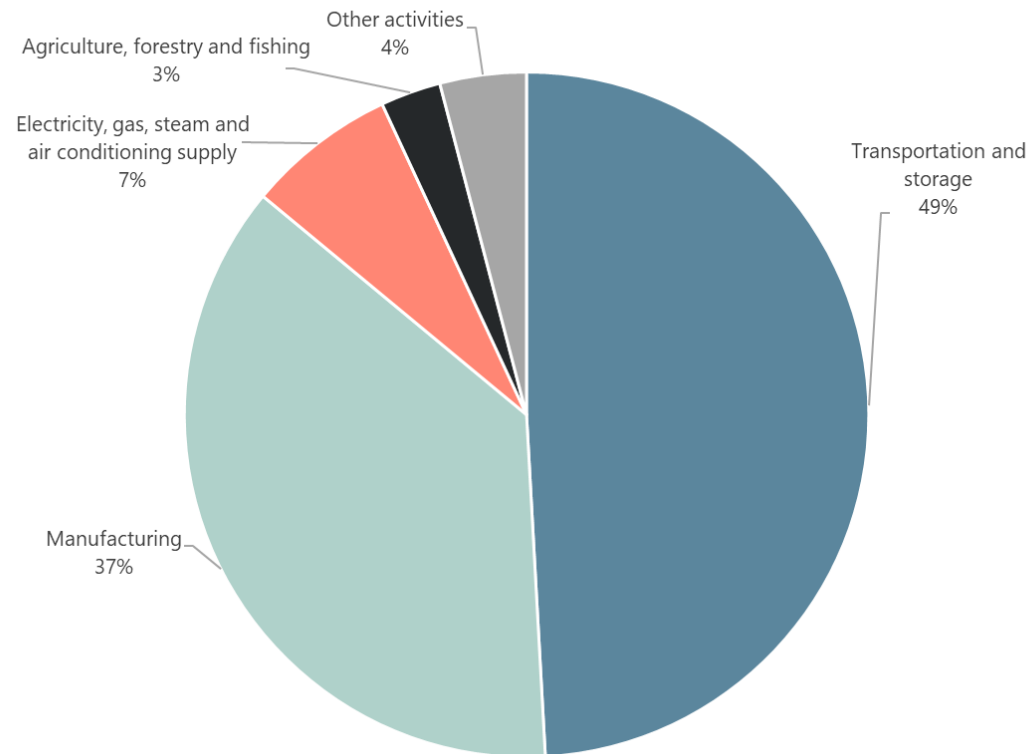
BLOOMBERGNEF ES ATL KAINŲ PROGNOZĖ



Šaltinis: BloombergNEF

Top 10 Labiausiai teršiančių įmonių Lietuvoje išmeta 96% šalies CO2 kiekio

Total LT CO2 emissions by sector, 2019



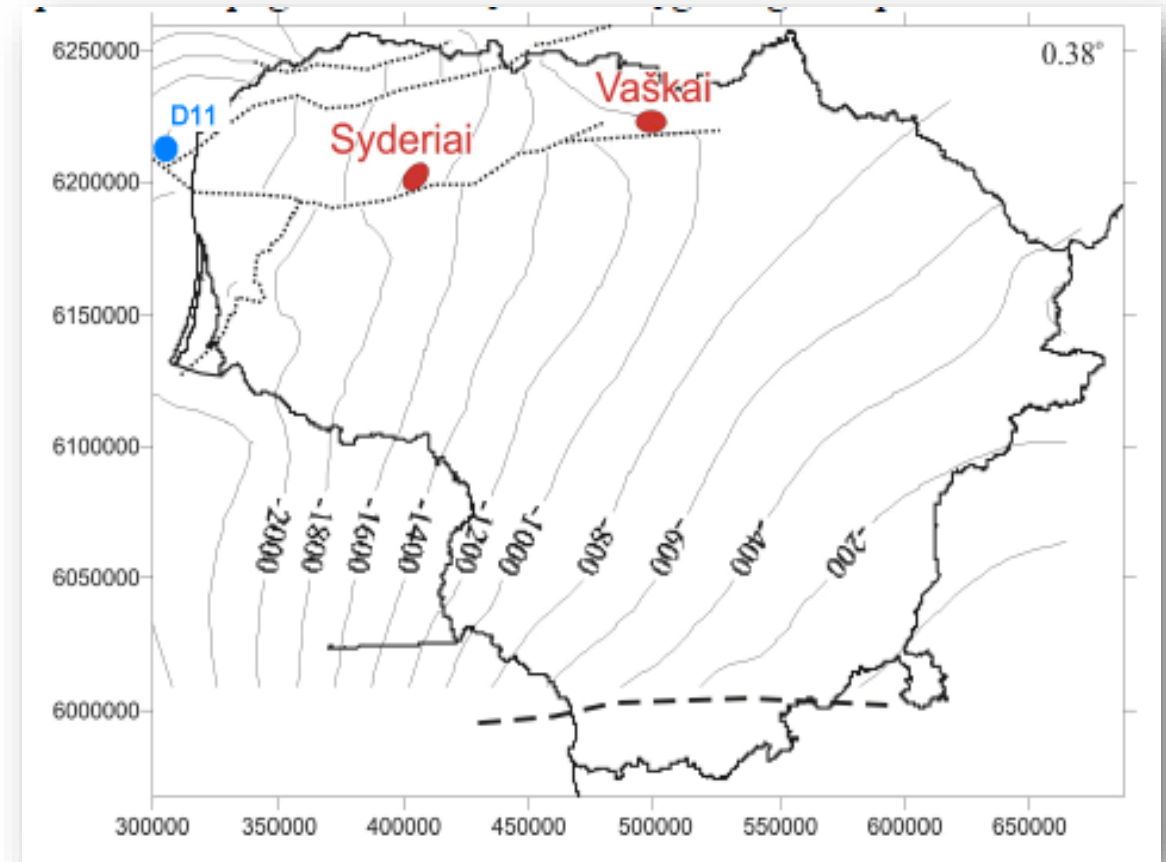
TOP 10 KOMPANIJŲ, KURIŲ IŠMETIMAI 2019 m. BUVO DIDŽIAUSI:

No.	Account Holder	Allocated EUA for 2020, tons	Verified emissions in 2019, tons
1	AB Achema	1,817,507	2,486,023
2	AB ORLEN Lietuva	1,253,382	1,599,384
3	AB Akmenės cementas	567,464	965,272
4	AB Vilniaus šilumos tinklai	105,023	265,149
5	UAB Fortum Klaipėda	0	139,590
6	UAB Paroc	30,933	62,338
7	UAB Hoegh LNG Klaipėda	0	49,720
8	UAB NEO Group	31,330	28,020
9	AB Nordic Sugar Kėdainiai	26,282	26,905
10	AB Ignitis gamyba	10,258	19,012
Total top 10			5,641,413
Total LT			5,853,257
Top 10 % from total			96.4%

Galimos CO₂ saugyklų vietos Lietuvoje buvo apžvelgtos 2008 m. Cowi Baltic and Krige Environmental atliktoje studijoje. Siekiant išlaikyti tinkamą temperatūrą ir slėgį, CO₂ saugyklos turi būti įrengtos daugiau nei 800 m gylyje. Studijos metu buvo identifikuotos dvi teritorijos su požeminiais druskingo vandens telkiniais ir viena jūrinė zona, nuo kranto nutolusi 5 km. Syderiai (Telšių apskritis), Vaškai (Pasvalio apskritis) ir jūrinė D11 lokacija atitinkamai talpintų 21.5, 8.7 ir 11.3 Mt.

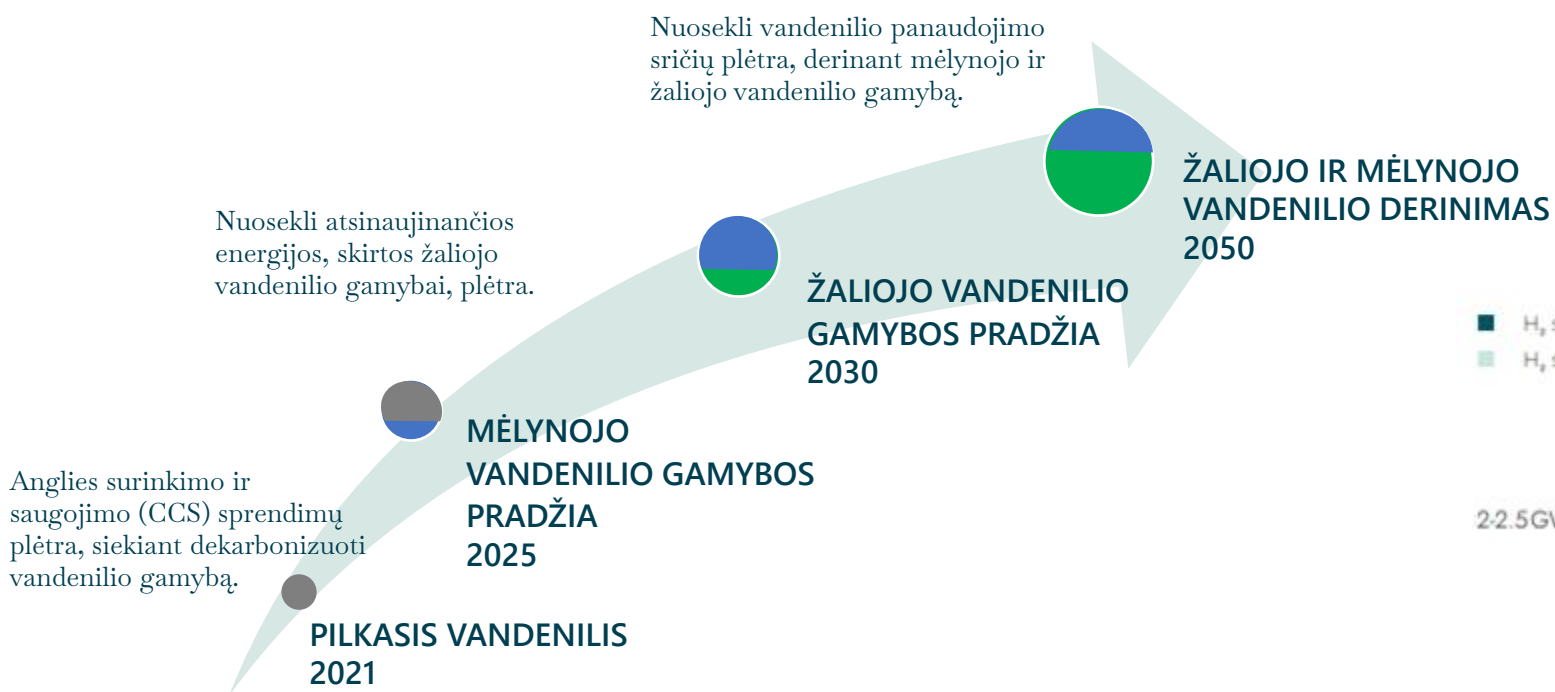
Perspektyviausios CO₂ saugyklų vietos yra išeikvoti naftos ir dujų telkiniai.

Vis dėlto, nuo 2020 m. anglies saugojimas Lietuvoje buvo uždraustas. Svarstomos kitos alternatyvos, tokios kaip Northern Lights.



Lietuvos vandenilio strategija yra kuriama ir bus paruošta 2022 m. II ketv. Vizija - **H2 eksportuojanti šalis**

POTENCIALUS VYSTYMASIS: PILKOJO – MĖLYNOJO – ŽALIOJO VANDENILIO GAMYBA LIETUVOJE



NACIONALINĖS VANDENILIO STRATEGIJOS IR ELEKTROLIZĖS RODIKLIAI IKI 2030 M.



Source: Guidehouse analysis based on European countries' National hydrogen strategies

2021 Birželis



AČIŪ UŽ DĒMESI

