

EPSO-G

Naujoji energetika



# Sintetinių dujų ir sintetinių degalų (iš žaliojo vandenilio ir anglies dioksido) gamybos, eksporto ir saugojimo galimybių analizė

pagal Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2024 m. gruodžio 11 d. nutarimu Nr. 1070 patvirtintų Vandenilio plėtros Lietuvoje 2025–2027 metais gairių įgyvendinimo veiksmų planą



# SINTETINIŲ DEGALŲ RINKOS REGULIAVIMAS ES

## ES DIDINA SINTETINIŲ DEGALŲ PAKLAUSĄ PER REGLAMENTAVIMĄ

- **RED III** nustato atsinaujinančios energijos tikslus ir skatina sintetinio kuro naudojimą transporte
- **ReFuel EU** įpareigoja naudoti tvarius aviacinius degalus, įskaitant sintetinius degalus
- **FuelEU Maritime** skatina mažo anglies dioksido kiekio ir sintetinių degalų naudojimą jūrų transporte
- **ES ATL (EU ETS)** skatina mažo anglies dioksido kiekio sintetinių degalų gamybą

# Sintetinių degalų gamybos technologijų išvystymo lygis

Sintetinių degalų gamybos technologijų išvystymo lygis siekia TRL 9, tačiau atskirų technologijų integravimas į vieną efektyvų procesą vis dar turi būti tobulinamas.

**TRL (Technology Readiness Level) – tai technologinės parengties lygiai:**

TRL 1 – Pagrindinių principų stebėjimas  
TRL 2 – Technologijos koncepcijos formulavimas  
TRL 3 – Eksperimentinis įrodymas laboratorijoje  
TRL 4 – Technologijos validavimas laboratorinėmis sąlygomis  
TRL 5 – Technologijos validavimas imituojamoje aplinkoje  
TRL 6 – Technologijos demonstravimas imituojamoje aplinkoje  
TRL 7 – Sistemos prototipo demonstravimas realioje aplinkoje  
TRL 8 – Sistemos baigtumas ir kvalifikavimas  
TRL 9 – Sistemos komercinis pritaikymas

SOEC – solid oxide electrolysis/ kietųjų oksidų elektrolizė  
PEM – proton exchange membrane electrolysis/protonų mainų membranos elektrolizė  
SMR – steam methane reforming/garų metano reformingas

## Žalio vandenilio gamyba

- Šarminė elektrolizė TRL 9
- PEM elektrolizė TRL 8-9
- SOEC elektrolizė TRL 7-9

## CO2 sugaudymas

- Iš gamtinių dujų po garų reformingo (SMR) TRL 9
- Iš dūmų po kuro deginimo - TRL 7-8
- Tiesioginis sugaudymas iš oro – TRL 1-7

## E-metano gamyba

- Seabatier metanacija TRL 7-9
- SOEC ko-elektrolizė TRL 3-4

## E-metanolio gamyba

- Vienpakopė tiesioginė metanolio sintezė - TRL7
- Dvipakopė metanolio sintezė (sintezės dujų gamyba TRL7-9, metanolio sintezė - TRL9) TRL 7-9
- Tiesioginė elektro cheminė konversija TRL3-4
- Aukštatemperatūre ko-elktrolizė TRL3-4

## E-dyzelino/benzino/ kerosino gamyba

- Fischer-Tropsch (FT) technologija TRL 9
- Vienpakopė metanolio konversija į aukštesnius angliavandenilius MTG (methanol to Gasoline) TRL 7-9,
- Dvipakopė metanolio konversija į olefinus MTO (Methanol to Olefine) ir olefinų perdirbimas į e-degalus. TRL 7-9

## E-amoniako gamyba

- Haber-Bosch technologija TRL 9



# Sintetinių degalų kainos ir konkurencingumas

**Sintetinių degalų prieinamumas** vartotojams (ypatingai aviacijos ir jūrų transporto sektoriuose) didės dėl sintetinių degalų **įmaišymo** į iškastinį kurą **kvotų** didėjimo bei gamybos kaštų mažėjimo dėl **masto ekonomijos**.



Elektros energijos kaina sudaro didžiausią bendrų kuro tiekimo sąnaudų dalį (iki maždaug 70 %). E-degalai, kurių gamyba yra mažiau energijai imli, paprastai yra pigesni.



Sintetinių degalų kainų prognozė rodo, kad tvarių degalų gamybos sąnaudos ilgalaikėje perspektyvoje (iki 2050 m.) svyruoja nuo 1,3 iki 4,33 € už dyzelino ekvivalentą litrui (Concawe, 2024).



Alternatyvių degalų konkurencingumas jūrų transporto sektoriuje didės dėl ES reguliavimo politikos poveikio bei technologinės pažangos.



ReFuelEU Aviation įpareigojimai duoda aiškų paklausos signalą rinkai. e-SAF gamybos sąnaudos Europoje iki 2030 m. sieks nuo 5 000 iki 8 000 EUR už toną. Sintetinių degalų aviacijoje poreikis didės dėl ES reguliacinės politikos ir alternatyvių dekarbonizacijos technologijų trūkumo šiame sektoriuje.

1756.4

20.64

# Sintetinių degalų potencialas Lietuvoje



# Sintetinių degalų gamybos potencialas Lietuvoje

Panaudojant biogeninio CO2 potencialą, 2040 m. Lietuva pilnai galėtų pakeisti tvariais degalais iš iškastinių šaltinių gaminamą dyzeliną, aviacinius degalus, gamtines dujas, bei tarptautiniam bunkerioavimui pateikti tvaraus kuro alternatyvą – metanolį, pagal NEKSP pateiktą prognozę.

Sintetinių degalų gamybos potencialas (t)

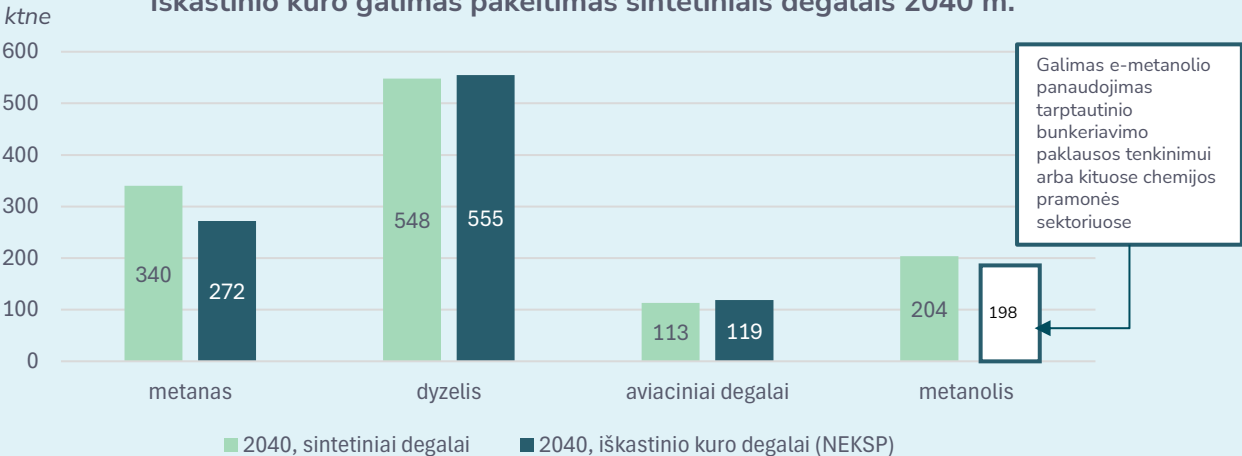
| Žaliavos, mln. t                            | 2030   | 2040      | 2050      |
|---------------------------------------------|--------|-----------|-----------|
| CO <sub>2</sub> iš biogeninių šaltinių      | 0,2    | 3,5       | 3,5       |
| Vandenilis, t                               | 0,03   | 0,36      | 0,36      |
| Sintetiniai degalai, t                      | 2030   | 2040      | 2050      |
| e - metanas                                 | 71 429 | 285 714   | 285 714   |
| e - metanolis                               | -      | 428 571   | 428 571   |
| sintetiniai skystieji degalai (e-dyzelinas) | -      | 532 258   | 532 258   |
| sintetiniai skystieji degalai (e-SAF)       | -      | 109 756   | 109 756   |
| Sintetinių degalų gamyba , t:               | 71 429 | 1 356 300 | 1 356 300 |

Kuro ir energijos suvartojimo prognozė pagal NEKSP\* (ktne)

|                                     | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2030  | 2035  | 2040  |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Viso                                | 5 340 | 5 699 | 5 467 | 5 534 | 5 504 | 5 440 | 5 342 | 5 063 | 5 115 |
| Dyzelinas                           | 1 647 | 1 647 | 1 610 | 1 631 | 1 558 | 1 461 | 922   | 637   | 555   |
| Gamtinės dujos                      | 583   | 633   | 582   | 582   | 550   | 514   | 286   | 276   | 272   |
| Žibaliniai reakt. degalai           | 64    | 71    | 112   | 96    | 107   | 111   | 119   | 119   | 119   |
| Tarptautinis jūrinis bunkerioavimas | 183   | 188   | 196   | 203   | 210   | 209   | 205   | 202   | 198   |

\*NEKSP - Lietuvos Respublikos nacionalinio energetikos ir klimato srities veiksmų planas 2021-2030 m.

Iškastinio kuro galimas pakeitimas sintetiniais degalais 2040 m.



# Biogeninės kilmės CO<sub>2</sub> surinkimas iš potencialiausių CO<sub>2</sub> šaltinių Lietuvoje ir panaudojimas sintetinių degalų gamybai

Biogeninės kilmės CO<sub>2</sub> surinkimo potencialo prognozė iš potencialiausių CO<sub>2</sub> šaltinių Lietuvoje 2040 m gali siekti **3,5 mln. t**. Visas šis potencialas gali būti panaudojamas sintetinių degalų gamybai.

Proceso metu surenkamas CO<sub>2</sub> reikalauja mažiau CAPEX investicijų ir energetinių resursų, todėl greičiausiai ir optimaliausiais kaštais pritaikyta sintetinių degalų gamybai.

Iš proceso  
surenkamas CO<sub>2</sub>

Iš dūmų surenkamas CO<sub>2</sub>

IŠ BIOMETANO IR  
BIODEGALŲ  
GAMYBOS,  
Mln. t CO<sub>2</sub> / metus

+

IŠ BOKURO  
DEGINIMO,  
mln. t CO<sub>2</sub> / metus

+

IŠ ATLIEKŲ  
DEGINIMO,  
mln. t CO<sub>2</sub> / metus

=

BENDRAS CO<sub>2</sub>  
SURINKIMO  
POTENCIALAS,  
mln. t CO<sub>2</sub> / metus

2030 m. -----> 0,2  
2040 m. -----> 0,5  
2050 m. -----> 0,5

Biometano, biodegalų  
gamybos įmonės

2030 m. -----> -  
2040 m. -----> 2,6  
2050 m. -----> 1,8 - 2,6

Didžiosios šilumos tiekimo  
įmonės ir šilumos  
gamintojai

2030 m. -----> -  
2040 m. -----> 0,4  
2050 m. -----> 0,4

Kiti objektai: Vilniaus  
kogeneracinė jėgainė,  
Kauno kogeneracinė  
jėgainė, Gren Klaipėda,  
Akmenės cementas ir kt.

2030 m. -----> 0,2  
2040 m. -----> 3,5  
2050 m. -----> 2,7 - 3,5

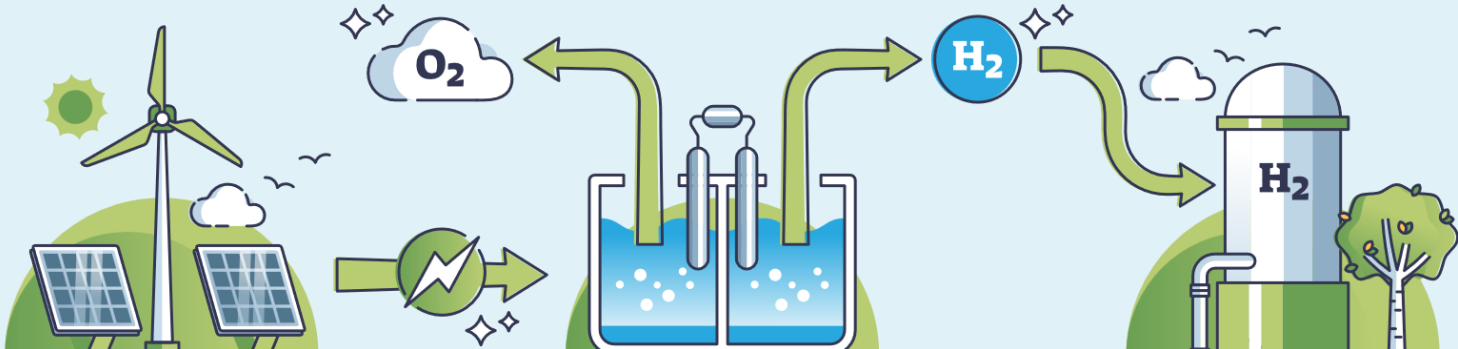
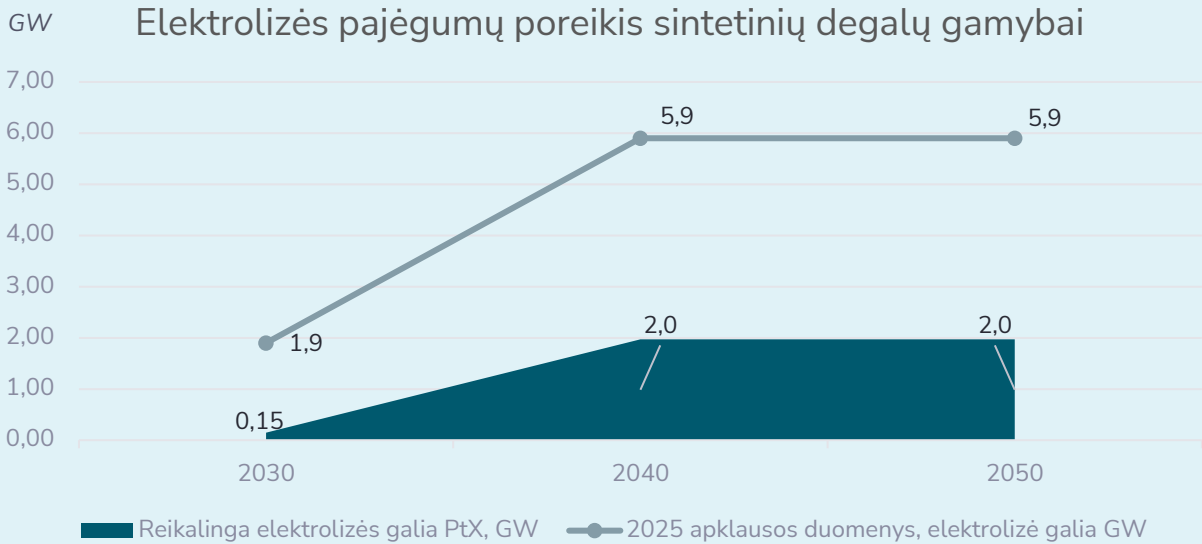
Apima visas  
nurodytas įmones

# H<sub>2</sub> poreikis sintetinių degalų gamybai

Panaudojant biogeninio CO<sub>2</sub> potencialą, 2040 m. **sintetinių degalų gamybai reikėtų 2 GW elektrolizės pajėgumų** – t.y. 34 proc. visų elektrolizės pajėgumų\*, galėtų būti dedikuota tvarių degalų gamybai.

|                                                                     | 2030   | 2040    | 2050    |
|---------------------------------------------------------------------|--------|---------|---------|
| Sintetinių degalų gamyba, t                                         | 71 429 | 855 906 | 855 906 |
| Vandenilio poreikis sintetinių degalų gamybai, t                    | 27143  | 362577  | 362577  |
| Reikalinga elektrolizės galia sintetinių degalų gamybai, GW         | 0,15   | 2       | 2       |
| Elektrolizė planuojami pajėgumai pagal 2025 apklausos duomenis*, GW | 1,9    | 5,9     | 5,9     |

\* Amber Grid atlikta 2025 vandenilio rinkos dalyvių apklausa





Sintetinių degalų analizės  
kaštų - naudos modelis

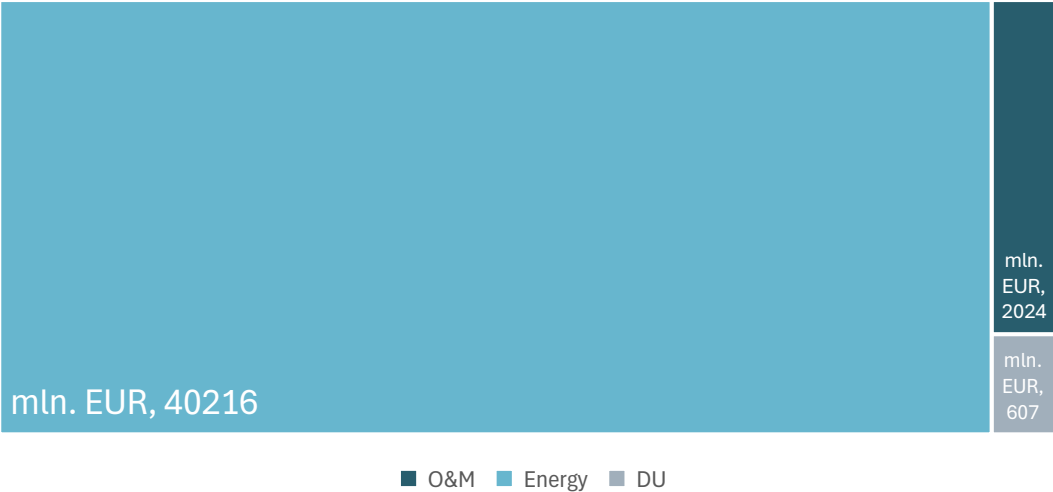
Sintetinių degalų gamybos veiklos vystymo scenarijus

| KAŠTAI                | SINTEZĖ                                                                       |                 |               |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------|
|                       | H <sub>2</sub>                                                                | CO <sub>2</sub> |               |
| Finansinis vertinimas | CAPEX<br>OPEX                                                                 | CAPEX<br>OPEX   | CAPEX<br>OPEX |
| NAUDOS                | Finansinis vertinimas                                                         |                 |               |
|                       | Iškastinio kuro importo mažinimas                                             |                 |               |
|                       | Tvarumas                                                                      |                 |               |
| NAUDOS                | Tiesioginė pridėtinė vertė kuriama PtX sektoriuje                             |                 |               |
|                       | Netiesioginė pridėtinė vertė dėl PtX plėtros                                  |                 |               |
|                       | Indukuota pridėtinė vertė dėl PtX sektoriaus plėtros                          |                 |               |
| NAUDOS                | Nevertinta finansškai                                                         |                 |               |
|                       | Saugumas                                                                      |                 |               |
|                       | Energetinis saugumas ir mažinant priklausomybę nuo išorinių tiekimo šaltinių. |                 |               |

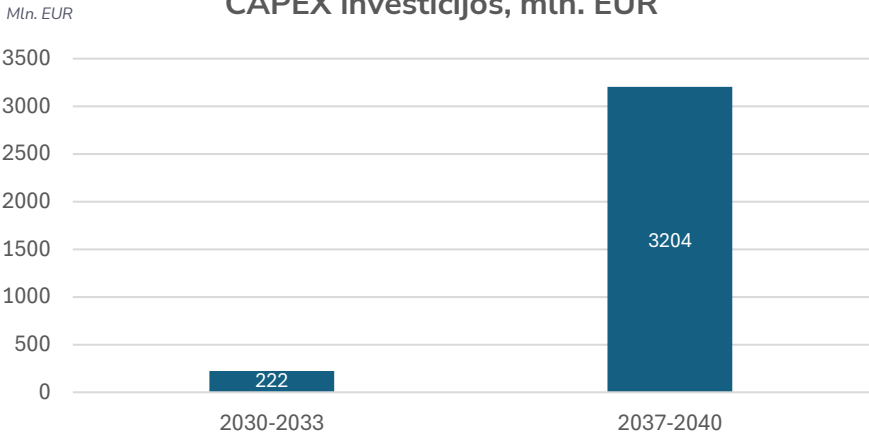
# Sintetinių degalų gamybos kaštai (CAPEX+OPEX) – 46 mlrd. EUR (2030-2060)

Sintetinių degalų sektoriaus investicijos (CAPEX) sudaro 3,4 mlrd. EUR 2030-2040 m.  
PtX sektoriuje beveik **50 proc.** investicijų būtų skirta **elektrolizės** pajėgumų vystymui – **1,6 mlrd. EUR**.  
Didžiąją dalį OPEX sintetinių degalų gamybai sudaro **energetinės sąnaudos** – 2040 sintetinių degalų gamybai reikės **27 TWh elektros energijos** per metus.  
Bendri **sintetinių degalų sektoriaus kaštai** 2030-2060 sudaro **46 mlrd. EUR**

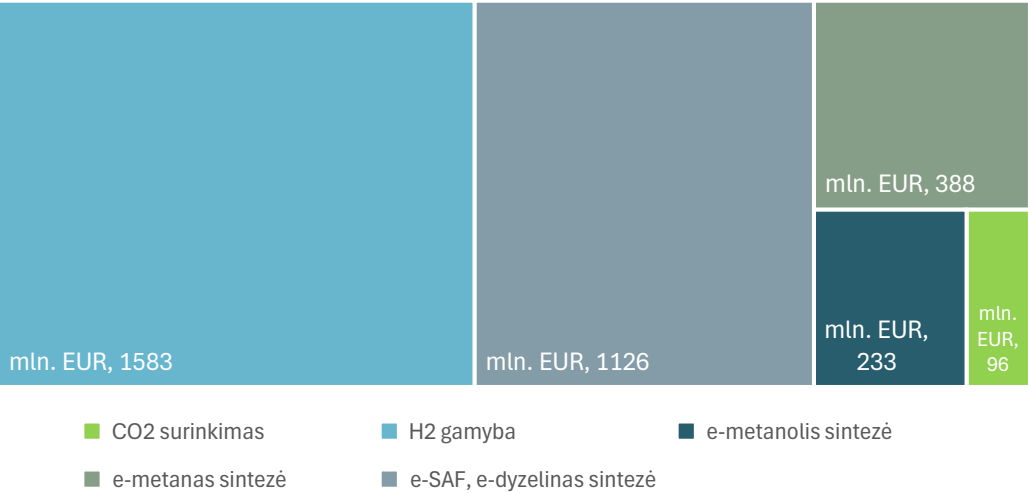
OPEX 2030-2060 - 43 mlrd. EUR



CAPEX investicijos, mln. EUR



CAPEX 2030-2060 M. - 3,4 mlrd. EUR



Šaltinis: Concawe, E-Fuels: A technoeconomic assessment of European domestic production and imports towards 2050 – Update, 2024

# Sintetinių degalų sektoriaus vystymo kaštų ir naudos analizė 2030-2060 m.

## Sintetinių degalų sektoriuje sukuriama nauda:



**emisijų mažinimas** dėl biogeninio CO<sub>2</sub> panaudojimo bei tvarėsių sintetinių degalų naudojimo - **32 mlrd. EUR**

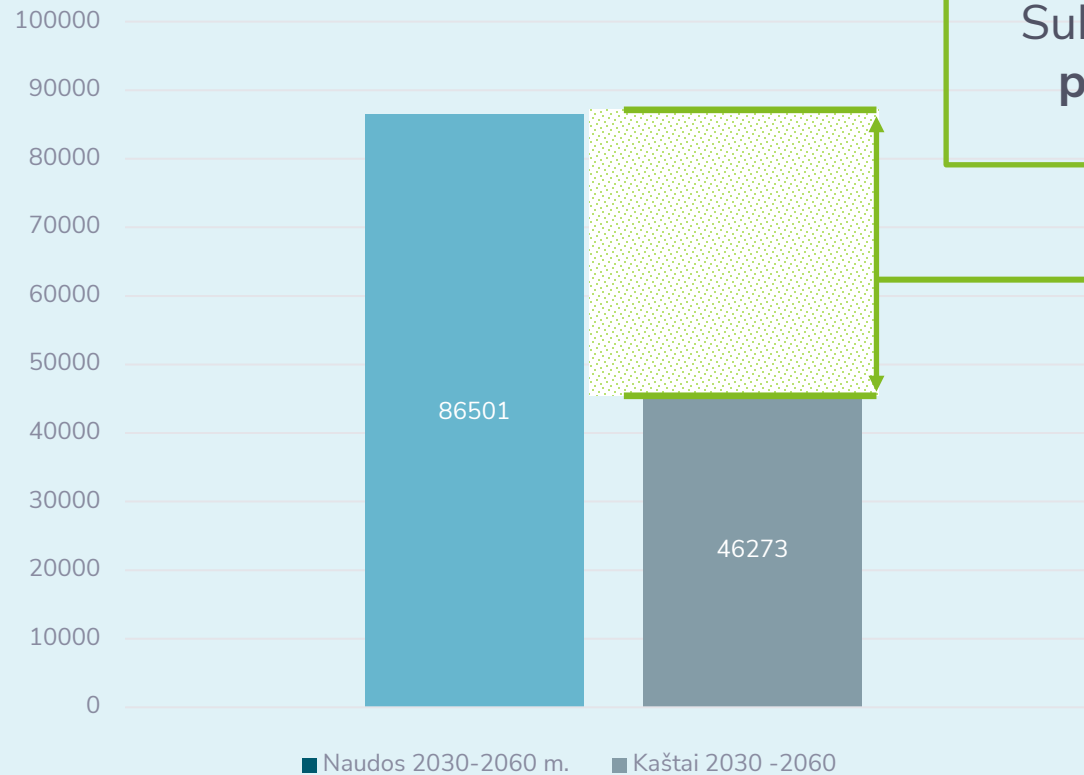


**vidinio vartojimo** skatinimas, atsisakant importuoto iškastinio kuro – **24 mlrd. EUR.**



**aukštesnės pridėtinės vertės** produktų gamyba sukuria tiesioginę ir netiesioginę vertę visoje sintetinių degalų gamybos grandinėje - **31 mlrd. EUR**

mln. EUR



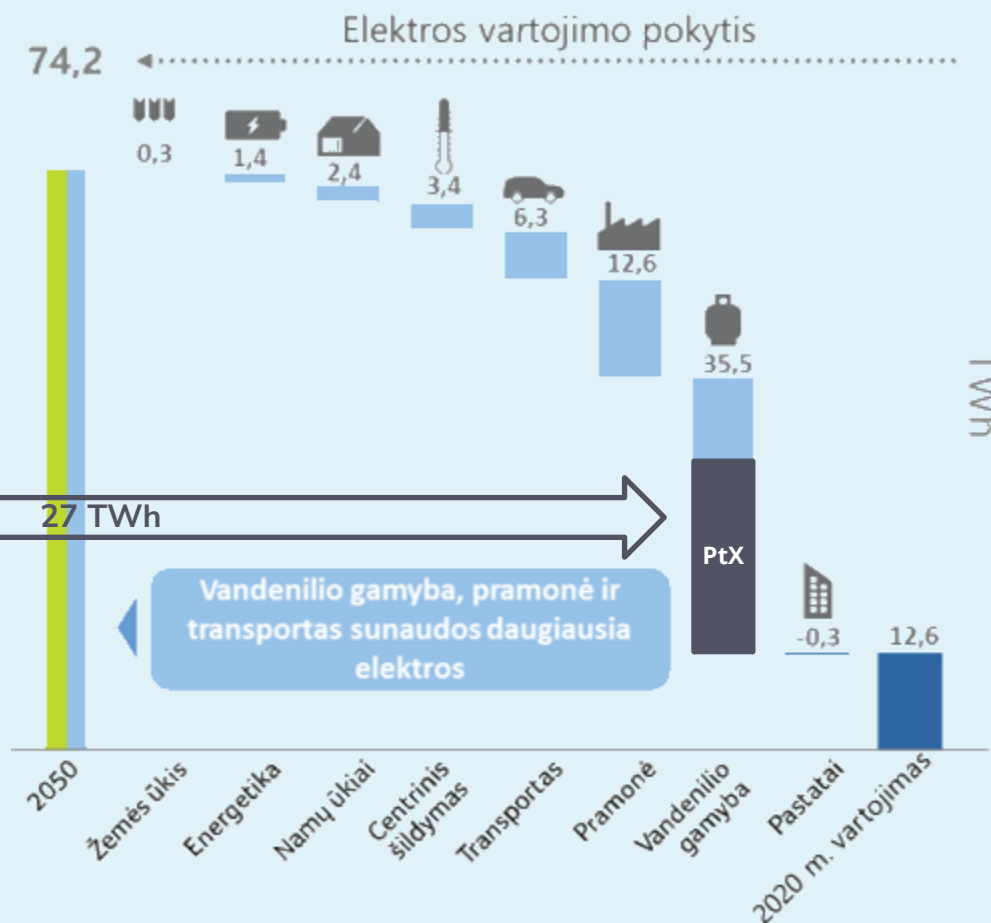
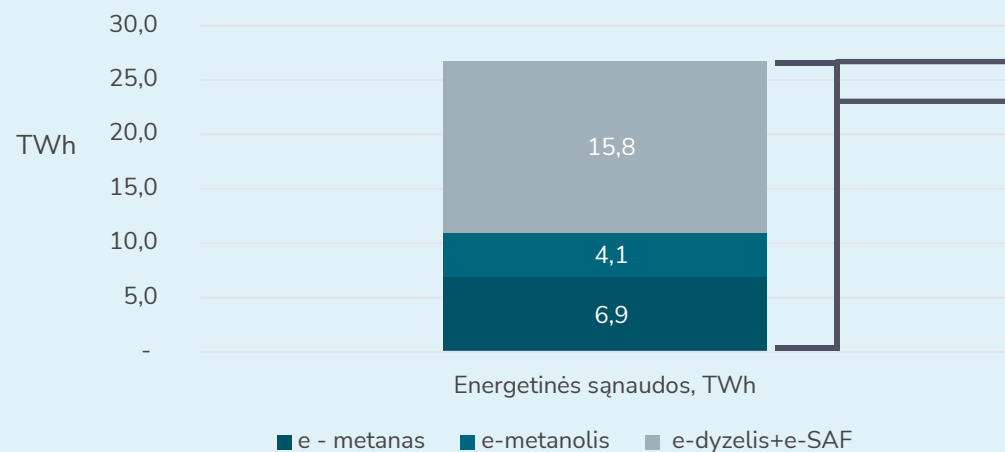
**40 mlrd. EUR**

Sukuriamą sektoriaus  
**papildoma nauda**  
2030-2060 m.

# Sintetinių degalų gamybos energetinių poreikių integracija į energetikos strategiją

Sintetinių degalų sektoriaus plėtojimui reikalingi dideli elektros energijos ištekliai – **27 TWh** per metus 2040m.

27 TWh iš 35,5 TWh NENS numatytų energijos vartojimo vandenilio gamybai, galėtų būti nukreipta į sintetinių degalų gamybą, sukuriant didesnę pridėtinę vertę vandenilio vertės grandinėje.



# SWOT analizė

| Stiprybės:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Silpnybės:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Galimybės:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Grėsmės:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• technologijos jau yra prieinamos ir gali būti pritaikytos darbui su atsinaujinančiu vandeniliu;</li><li>• indėlis į energijos diversifikaciją ir energetinį saugumą;</li><li>• galima naudoti esamą degalų infrastruktūrą;</li><li>• sprendimas sunkiai elektrifikuojamiems sektoriams (pvz., aviacijai, jūrų transportui) ir sunkiųjų kelių transportui;</li><li>• galima maišyti su iškastiniais degalais arba naudoti kaip tiesioginę alternatyvą („drop-in“ degalus) be techninių variklių modifikacijų.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• reikalinga didelė papildoma atsinaujinančios elektros energijos gamyba;</li><li>• dideli konversijos ir efektyvumo nuostoliai, susiję su RFNBO gamyba ir naudojimu iš atsinaujinančios elektros, palyginti su tiesioginiu tokios elektros naudojimu;</li><li>• didelės pradinės investicijos gamyklų statybai;</li><li>• aukšta sintetinių degalų gamybos savikaina;</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• atsinaujinančios elektros gamybos skatinimas;</li><li>• energijos kaupimo sprendimas / tinklo balansavimas ir būdas panaudoti perteklinę atsinaujinančią elektrą;</li><li>• indėlis į energijos diversifikaciją ir energetinį saugumą;</li><li>• indėlis į sunkiai sumažinamų emisijų sektorių, tokių kaip aviacija, jūrų transportas ir sunkusis kelių transportas, dekarbonizaciją bei priklausomybės nuo iškastinio kuro importo mažinimą;</li><li>• darbo vietų kūrimas visoje tiekimo grandinėje, įskaitant aukštos kvalifikacijos darbuotojus.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• sudėtingi investicijų sprendimai vertės grandinėje dėl ilgalaikės politikos ir vis dar besikeičiančių finansavimo / kompensavimo schemų mechanizmų;</li><li>• lėtas rinkos įsisavinimas dėl nepakankamų paskatų;</li><li>• nesugebėjimas pasiekti sąnaudų konkurencingumo per technologijų tobulinimą;</li><li>• konkurencija dėl atsinaujinančios elektros naudojimo;</li><li>• maža žalio vandenilio pasiūla;</li><li>• Mažas žalios elektros tinklo vystymo tempas, stabdantis PtX sektoriaus vystymąsi</li></ul> |

## Sintetinių degalų sektoriaus skatinamosios priemonės

- Dinaminiai elektros tarifai žalio vandenilio gamybai
- DAEI vienetų sistemos skaidrinimas, įvertinant CO<sub>2</sub> pėdsako įtaką žaliųjų degalų vertei
- Pilotinių vandenilio ir CO<sub>2</sub> surinkimo projektų skatinimas
- Sintezės projektų skatinimas
- Paramos schemų CAPEX, OPEX sintetinių degalų vertės grandinėje optimalus paskirstymas



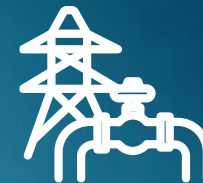
# Sintetinių degalų rinkos kaštų naudos analizės išvados



Sintetinių degalų sektoriaus plėtra 2030-2060 m. reikalautų 3,4 mlrd. EUR investicijų, iš kurių beveik pusė būtų skirta elektrolizės pajėgumų kūrimui. Tačiau sektorius galėtų generuoti iki 40 mlrd. EUR tiesioginės ir netiesioginės pridėtinės naudos, įskaitant emisijų mažinimą, vertės kūrimą ir mokesčių pajamas.



Perėjimas prie sintetinių degalų **sumažintų priklausomybę nuo iškastinio kuro importo** (sutaupant per 2030-2060 m. apie **24 mlrd. EUR**), **sumažintų emisijas** (sutaupant **32 mlrd. EUR**), sukurtų naujas ekonominę naudą per darbo vietų kūrimą ir tiekimo grandinės plėtrą.



Sintetinių degalų gamybai reikės **didelio masto atsinaujinančios elektros energijos** (vidutiniškai **27 TWh** per metus 2040 m.), reikšmingos vandenilio gamybos ir efektyvaus CO<sub>2</sub> surinkimo iš biogeninių šaltinių.



EPSO-G

Naujoji energetika



Ačiū už dėmesį

