



VYTAUTO
DIDŽIOJO
UNIVERSITETAS
MCMXXII

Dr. Darius Milčius

darius.milcius@lei.lt
darius.milcius@vdu.lt

2021

Pranešimo turinys

1. Vykdomų tyrimų technologijų parengties lygmenys.
2. LEI tyrimai vandenilio saugojimo srityje.
3. Žaliojo vandenilio gavyba esant poreikiui: aktyvuoto aliuminio – vandens; metalų hidridų – vandens reakcijos.
4. Metalų hidridai žaliųjų sintetinių dujų sintezei.
5. Saulės energetikos ir energijos saugojimo sistemų integravimas.
6. Ateities planai: Vandenis išmanaus miesto infrastruktūroje (LEI projekto paraiška).

Technologijos parengties lygmenys

Fundamentiniai tyrimai (RIA)

Tiriamieji projektai (RIA)

Demo projektai (IA, PCP, PPI)

Technology concept formulated

Technology validated in lab

Technology demonstrated in relevant environment

System complete and qualified

TRL1

TRL2

TRL3

TRL4

TRL5

TRL6

TRL7

TRL8

TRL9

LEI-VDU veiklos pagrinde vykdomos: TRL1 - TRL5

Basic principles observed

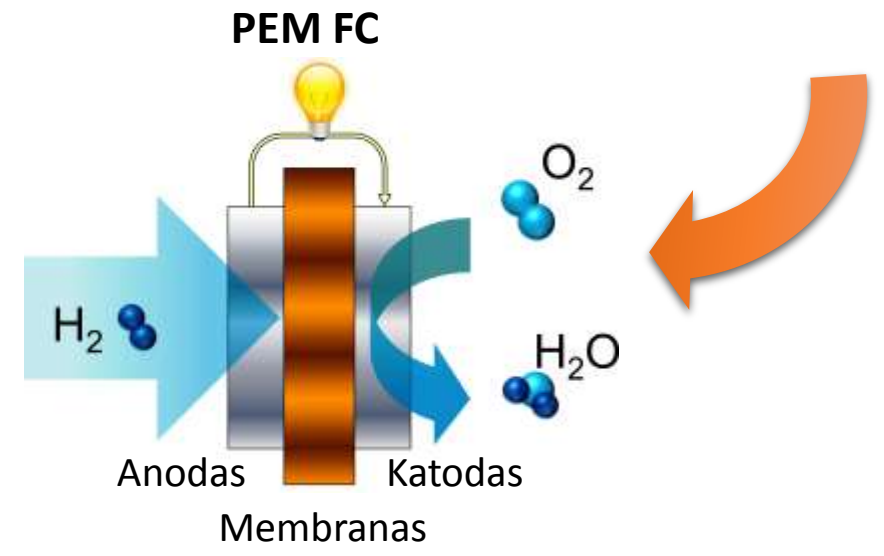
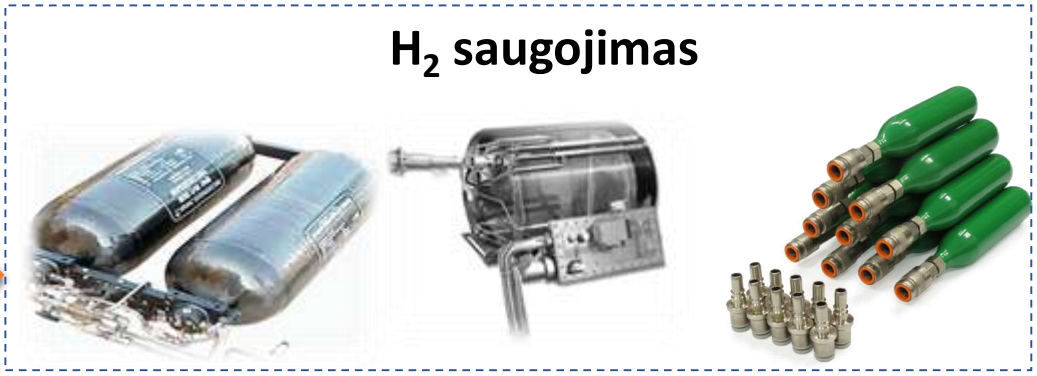
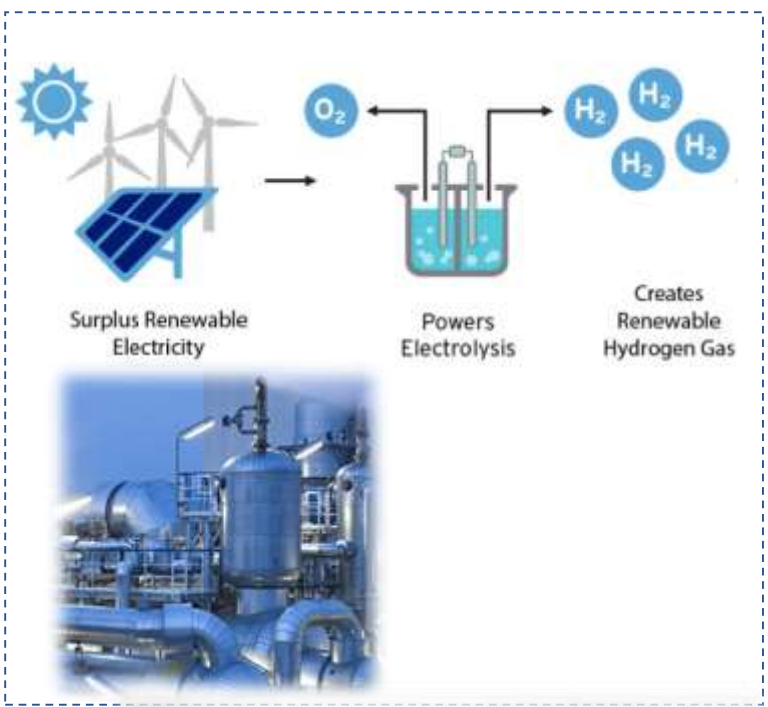
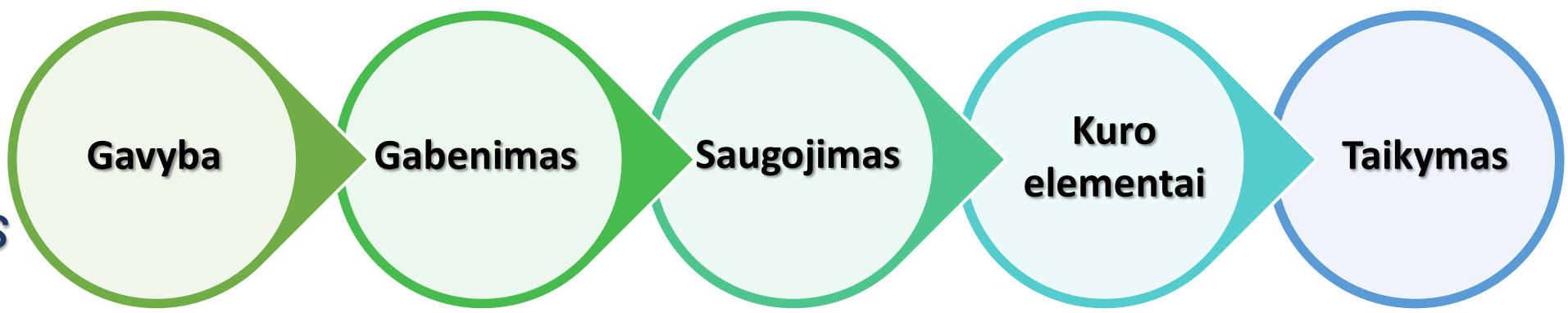
Experimental proof of concept

Technology validated in relevant environment


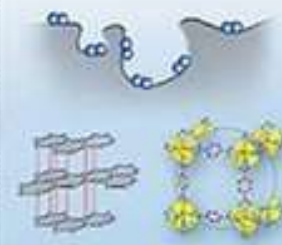
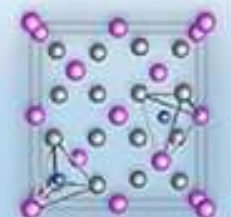

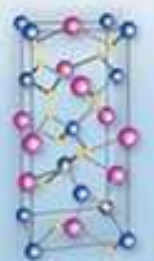
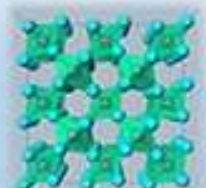

System prototype demonstration in operational environment

Actual system proven in operational environment

H₂ Technologijos



Vandenilio saugojimo sistemų palyginimas

						
Skystas vandenilis	Kryo-adsorbicija	Tarpiniai metalų hidridai	Suslėgtas vandenilis	Alanatai	Metalu hidridai	Vanduo
LH_2	Activated carbon	Laves Phase Comp. / $FeTiH_x / LaNi_5H_x$	CGH_2	$NaAlH_4$	MgH_2	H_2O
100 mat.wt.%	6.5 mat.wt.%	2 mat.wt.%	100 mat.wt.%	5.5 mat.wt.%	7.5 mat.wt.%	11 mat.wt.%
Darbinė temperatūra						
$-253^\circ C$	$> -200^\circ C$	$0 - 30^\circ C$	$25^\circ C$	$70 - 170^\circ C$	$330^\circ C$	$\gg 1000^\circ C$
Reikalingas energijos kiekis 1kg vandenilio išgauti (MJ)						
0.45	3.5	15	n/a	23	37	142

Vandenilio saugojimo sistemos prieš baterijas



Ličio-jonų
baterija



Suslėgtas H₂
(200 bar)



LaNi₅H₆



MgH₂



NaBH₄



LiBH₄

Vandenilio kiekis

4 wt%

1.4 wt%

7.7 wt%

10.5 wt%

18.4 wt%

Energijos
tankis

0.2 kWh/kg

2 kWh/kg

0.6 kWh/kg

3 kWh/kg

4.1 kWh/kg

6 kWh/kg

0.5 kWh/L

1.5 kWh/L

3.5 kWh/L

4 kWh/L

4.4 kWh/L

5 kWh/L

Nominalios darbo
sąlygos

4 wt%

@ 25 ° C

1.4 wt%

@ 25 ° C

6.5 wt%

@300 ° C

6 wt%

@300 ° C

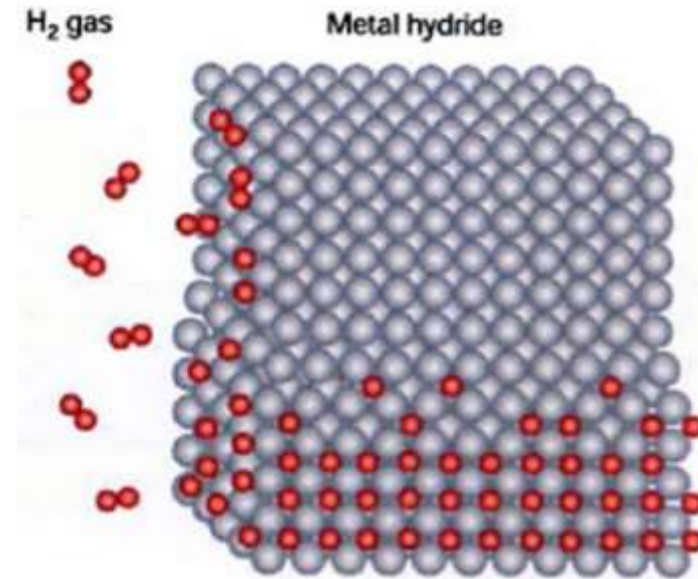
10 wt%

@350 ° C

LaNi₅H₆: Lanthanum nickel alloy, MgH₂: Magnesium hydride, NaBH₄: Sodium borohydride, LiBH₄: Lithium borohydride

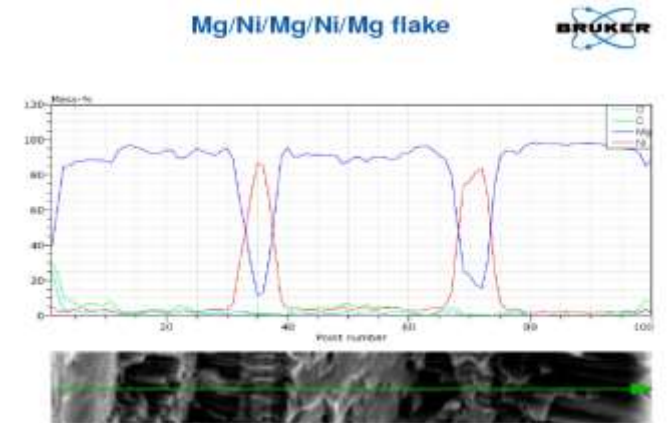
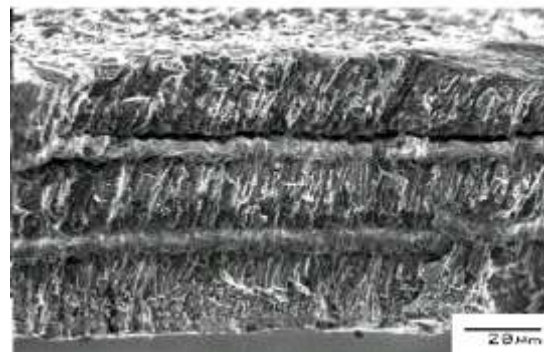
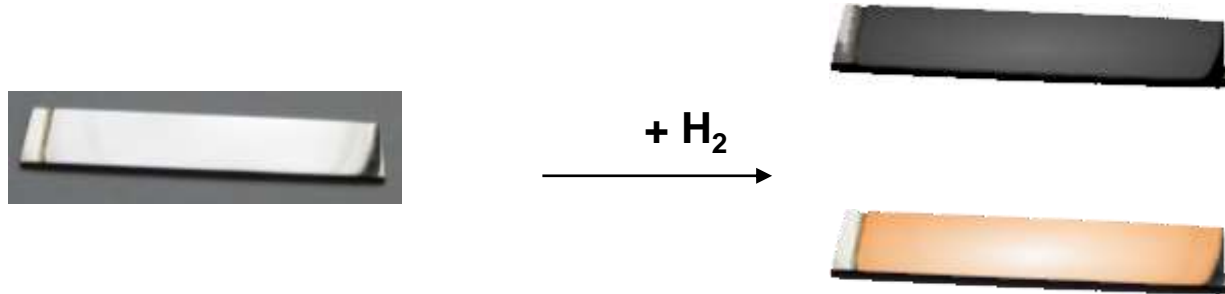
Metaly hidridai

- Sudaro junginius su metalo atomais;
- 2-14 % visos sistemos masės;
- Mažas tūris – didelis kiekis;
- Pritaikymas – nešiojami įkrovikliai, dronai, karinės technologijos, nedidelės transporto priemonės, kt.
- Problema – sudėtinga pritaikyti dideliame energijos poreikiui, sąlyginiai sudėtinga įkrova/iškrova, vis dar tyrimų/plėtojimo stadijoje.



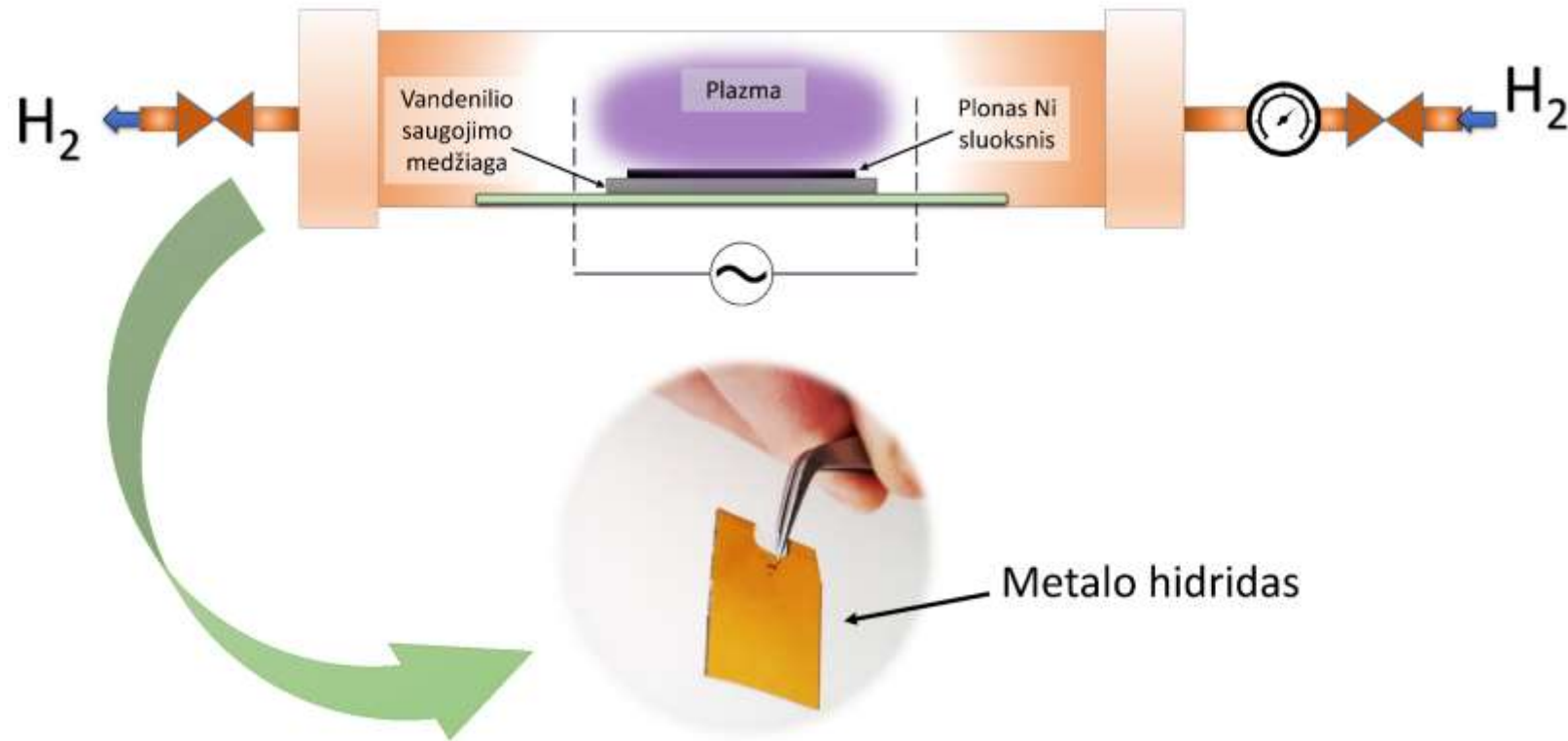
Metaly hidridų sintezė LEI

Mg_2NiH_4 plonos dangos ir „fleikai“ vandenilio saugojimui ir persijungiančių veidrodžių sistemoms.
 $Mg-Ti-H$ plonos dangos vandenilio saugojimui ir persijungiantiems veidrodžiams.
 $Al-H$; $Mg-Al-H$ plonos dangos ir nanomilteliai vandenilio saugojimui



Vandenilio saugojimas metalų hidriduose

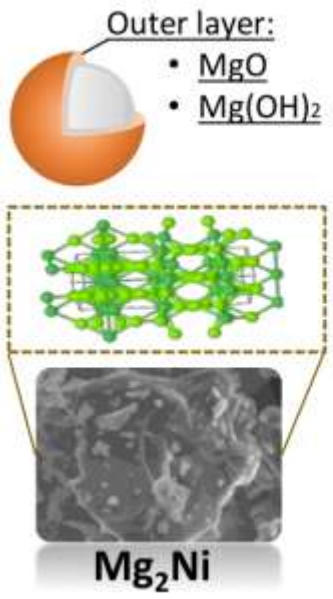
Sukurta metalų ir jų lydinių hidrinimo žematemperatūroje plazmoje technologija, eliminuojanti brangių katalizatorių panaudojimą (Pt ar Pd). Gautus metalo hidridus galima sėkmingai panaudoti vandenilio saugojimui stacionariuose ir nešiojamuose vandenilio energetikos technologijomis paremtuose įrenginiuose, išmanieji langai (Mg_2NiH_4 , Mg-Ti dangos/hidridai, Al-H; Mg-Al-H), Li jonų baterijų elektrodai.



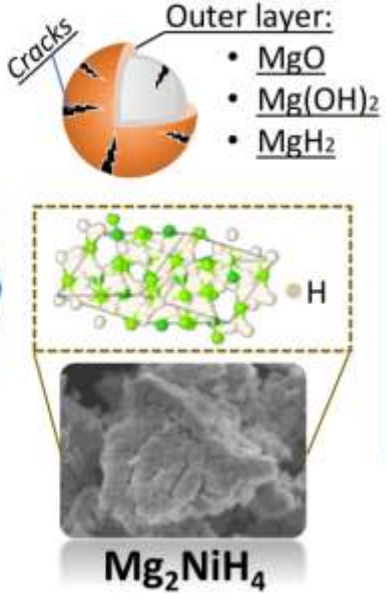
Metalas

Metalo hidridas

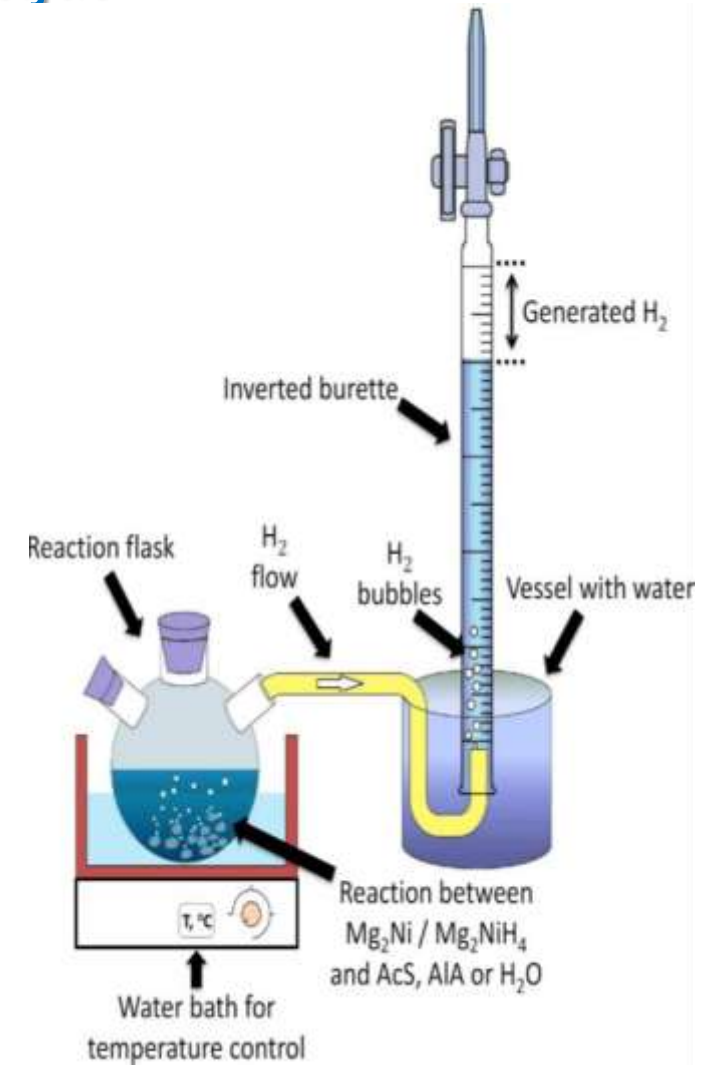
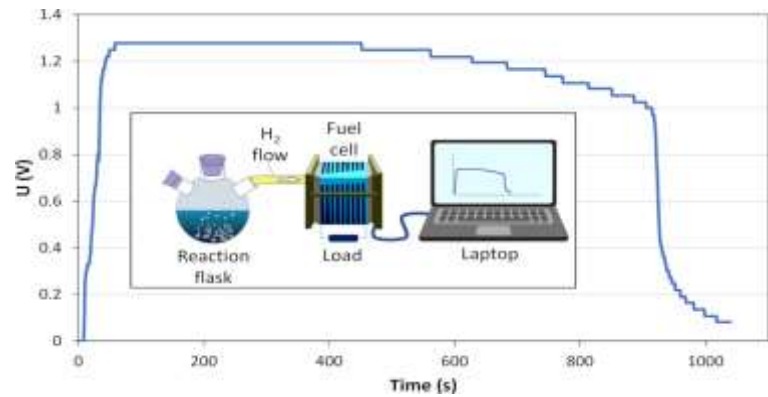
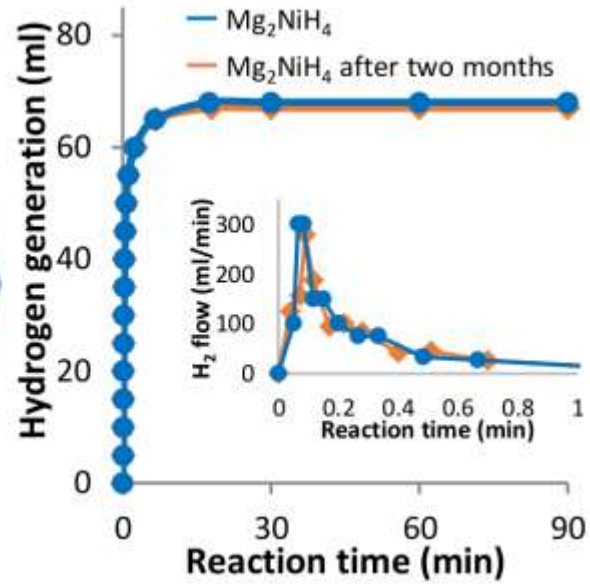
Žaliojo vandenilio generavimas, panaudojant Mg_2NiH_4 hidrolizės reakcijas



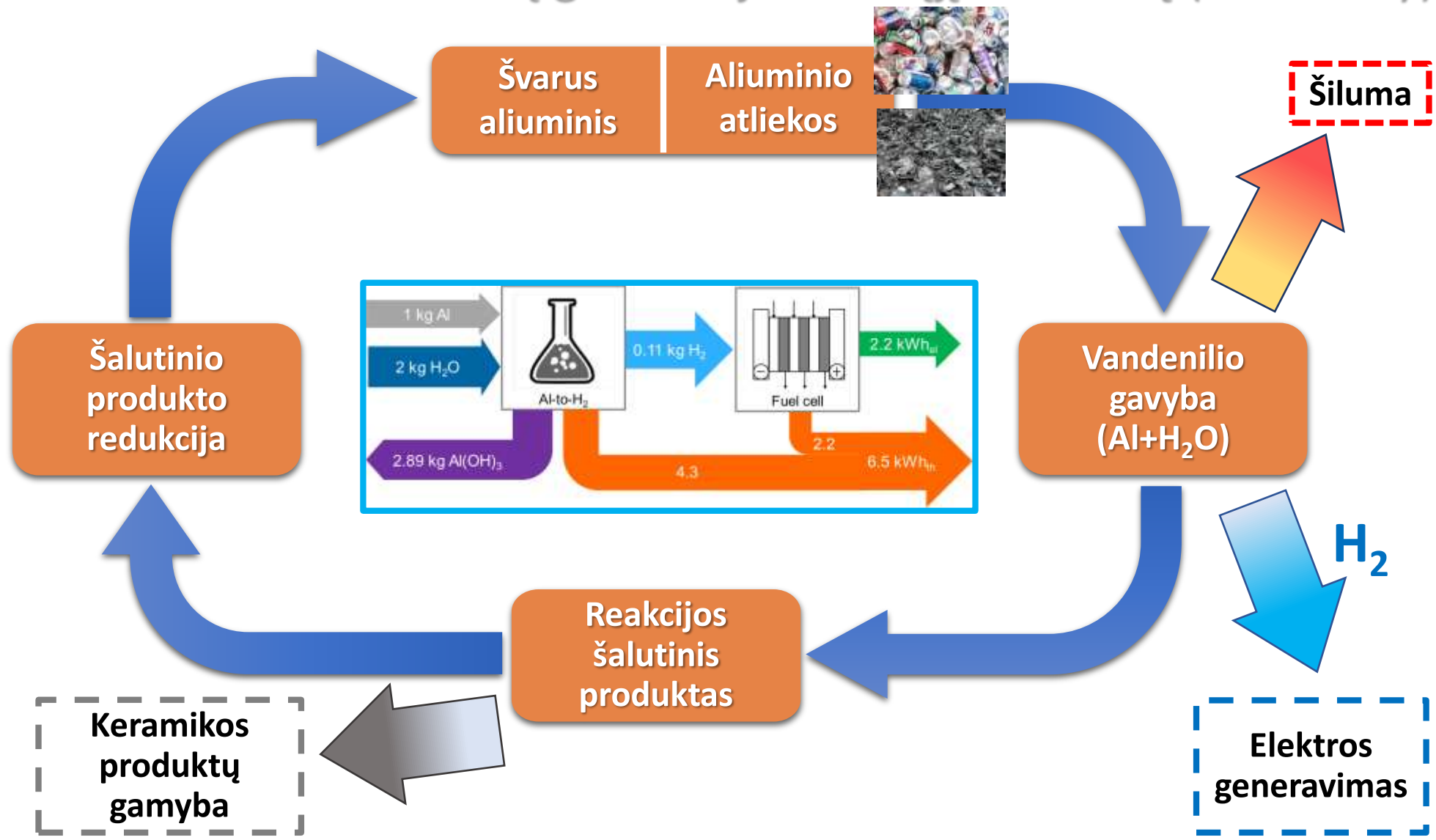
Hydrogenation



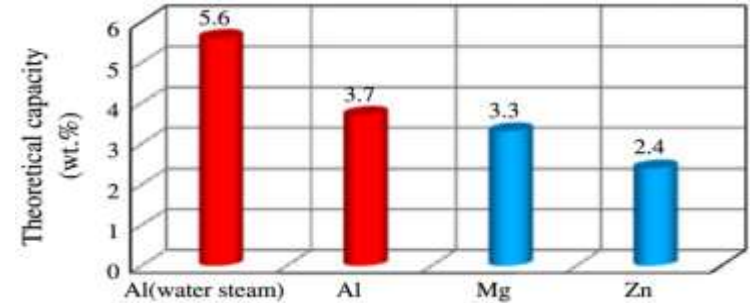
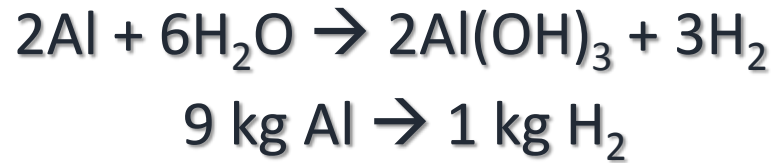
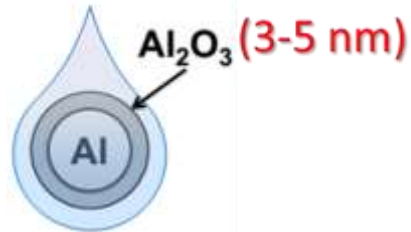
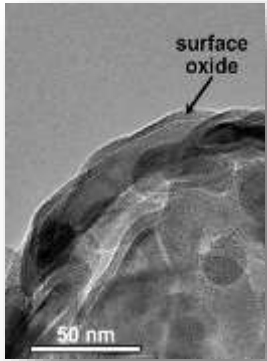
Hydrolysis



Aluminis žiedinėje ekonomikoje – aliuminio atliekų konvertavimas į aliuminio oksidą generuojant žaliąjį vandenilį (Alice-why)

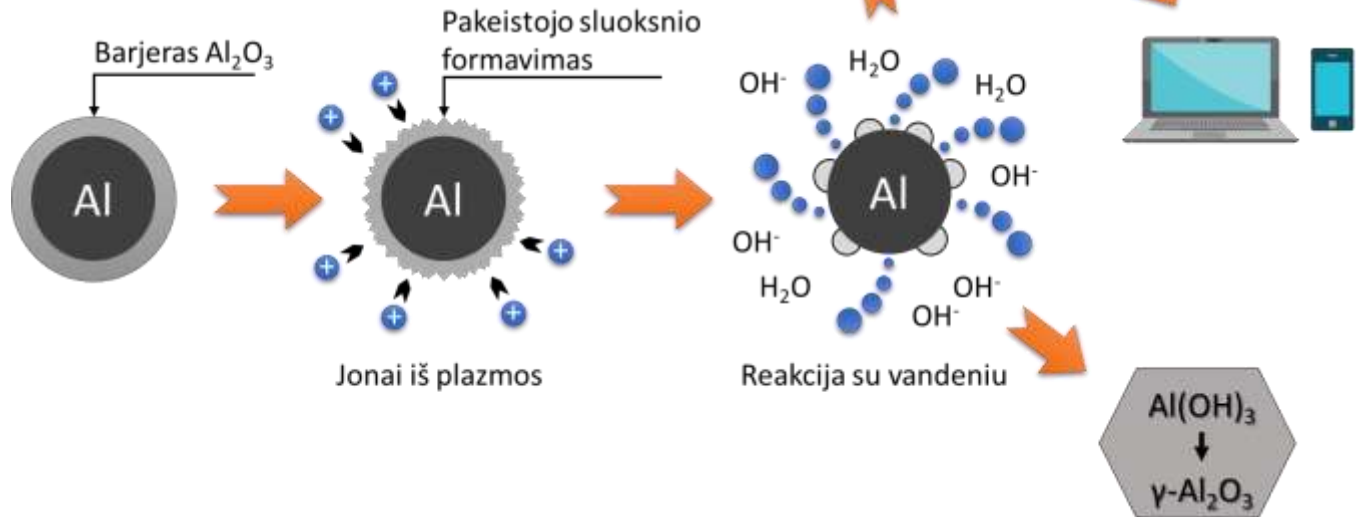
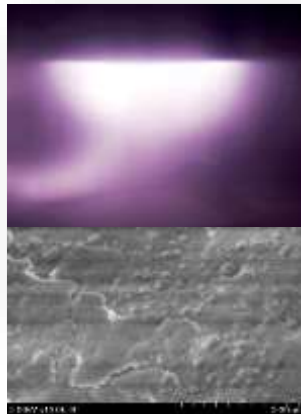


Vandenilio gamyba esant poreikiui



Wang H., Leung D.Y.C., Leung M.K.H. Energy analysis of hydrogen and electricity production from aluminum-based processes. *Applied Energy*, 2012, Vol. 90, no. 1, p. 100–105.

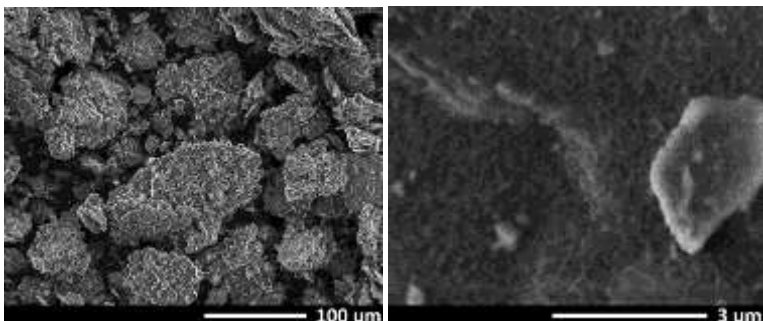
Dujų plazmos poveikis



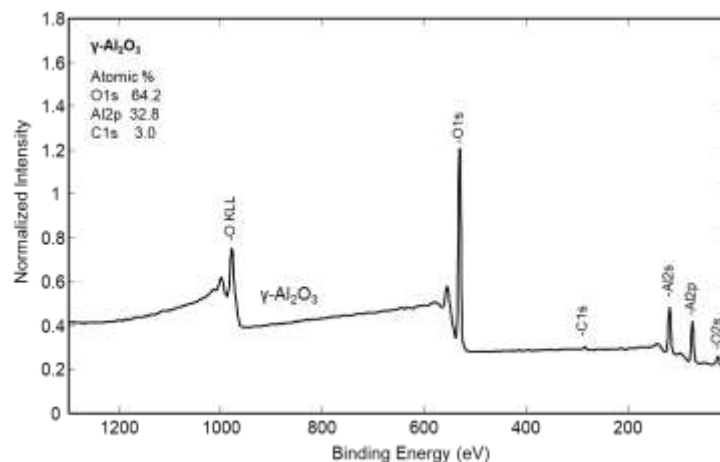
Gama aluminio oksido sintezė

PCT patento paraiška (WO2019186234): „Method for synthesis of gamma-aluminium oxide using plasma - modified aluminium and water reaction“, naujas metodas skirtas gauti švarų gama fazės aluminio oksidą pasižymintį dideliu efektyviu paviršiaus plotu (gali būti panaudojamas kaip katalizatoriaus pagrindas).

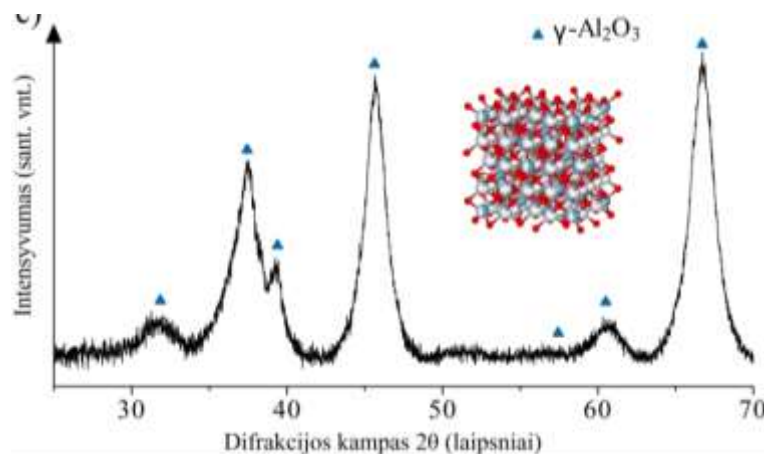
(BET > 200 m²/g)



Aukšto grynumo γ -Al₂O₃



Na₂O < 100 ppm,
SO₄ < 100 ppm,
Fe₂O₃ < 100 ppm
Kristalitių dydis < 10 nm
Plotas > 200 m²/g



Gama Al₂O₃ kaina:
High purity (≥ 99.99 %) – 350-700 €/kg
Industrial purity (92-98 %) – 1-1.5 €/kg

Metaly hidridai žaliųjų sintetinių dujų sintezei

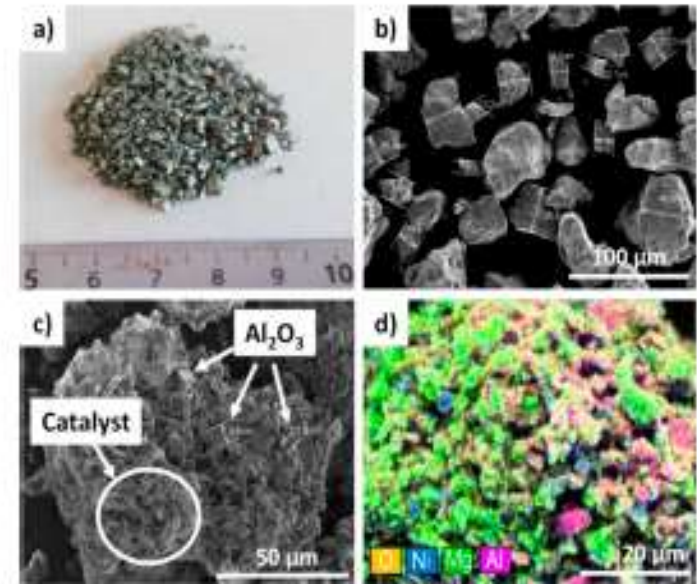
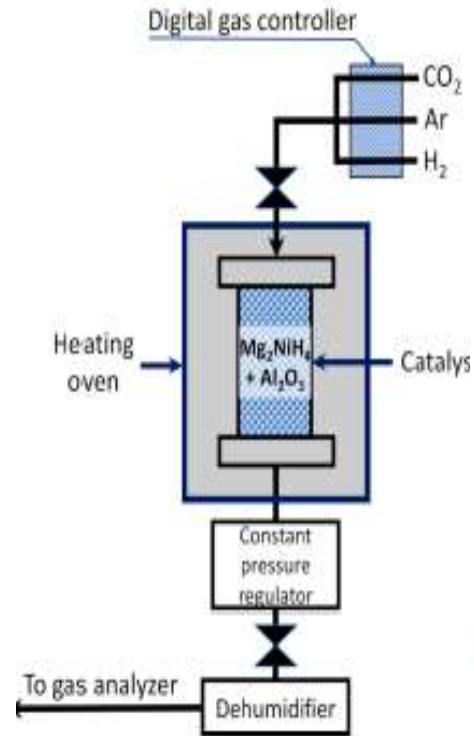
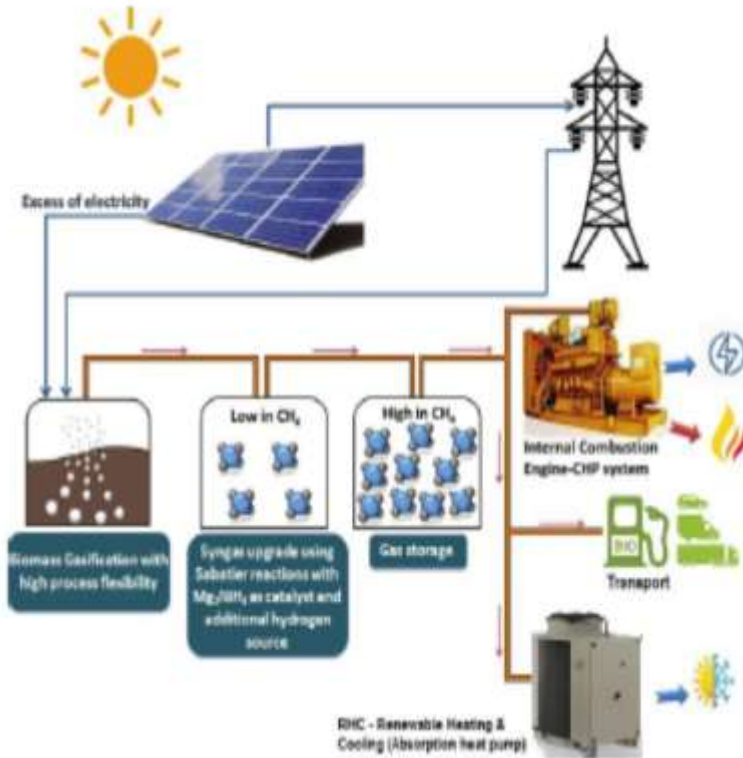
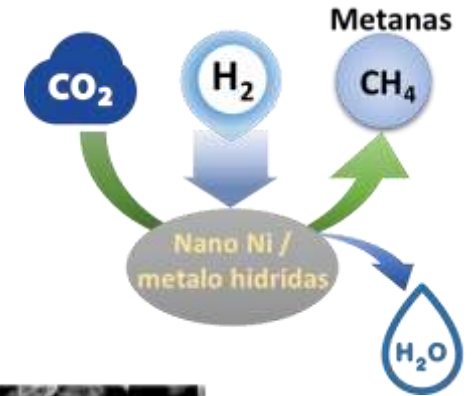
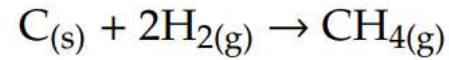
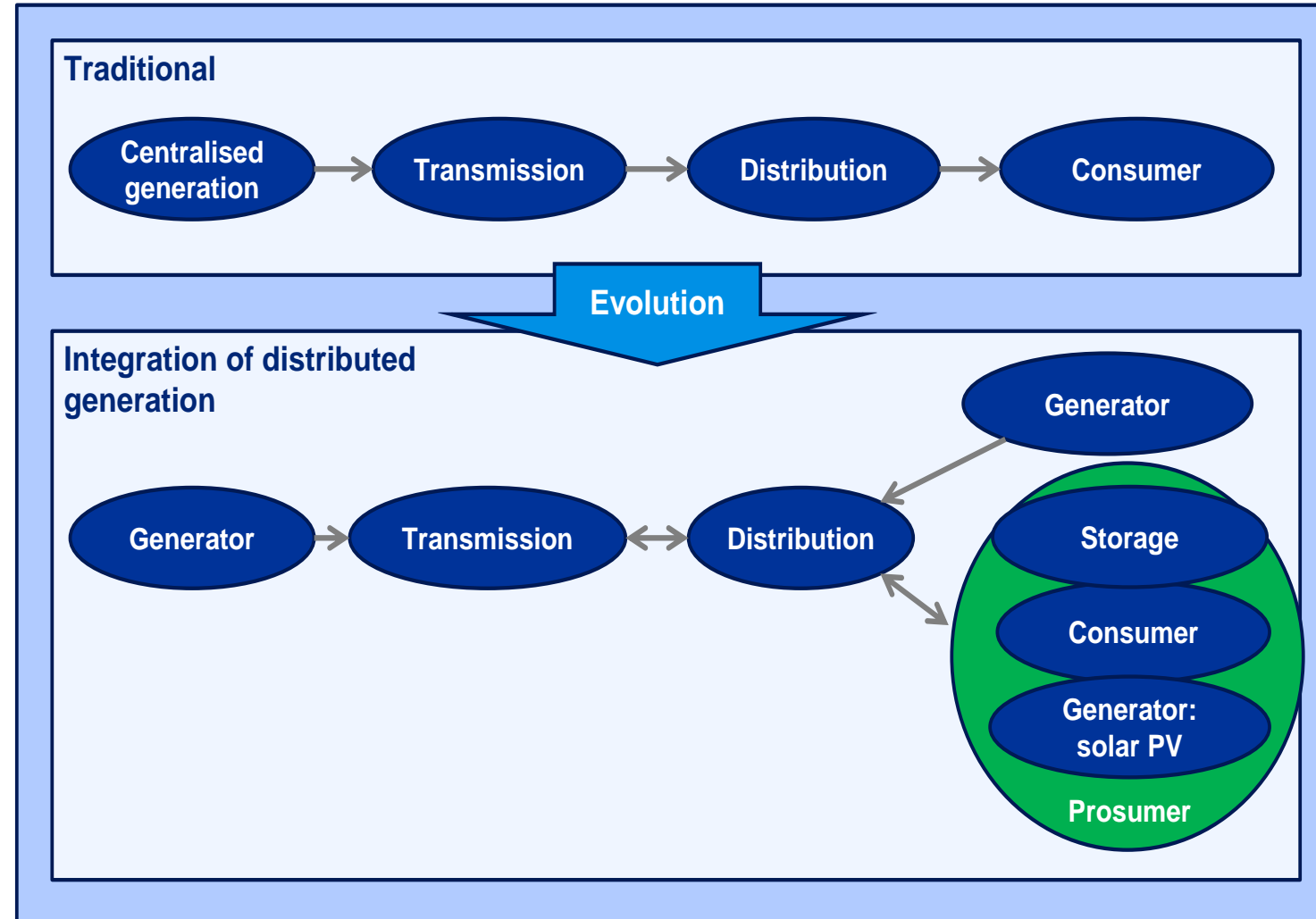


Figure 8. Optical and SEM images: (a) as received Mg_2Ni alloy grains, (b) Mg_2Ni grains after grinding, (c) catalyst- Al_2O_3 mixture after methanation test, and (d) EDS elemental mapping of catalyst- Al_2O_3 mixture after methanation test.

Energetikos sektoriaus transformacija

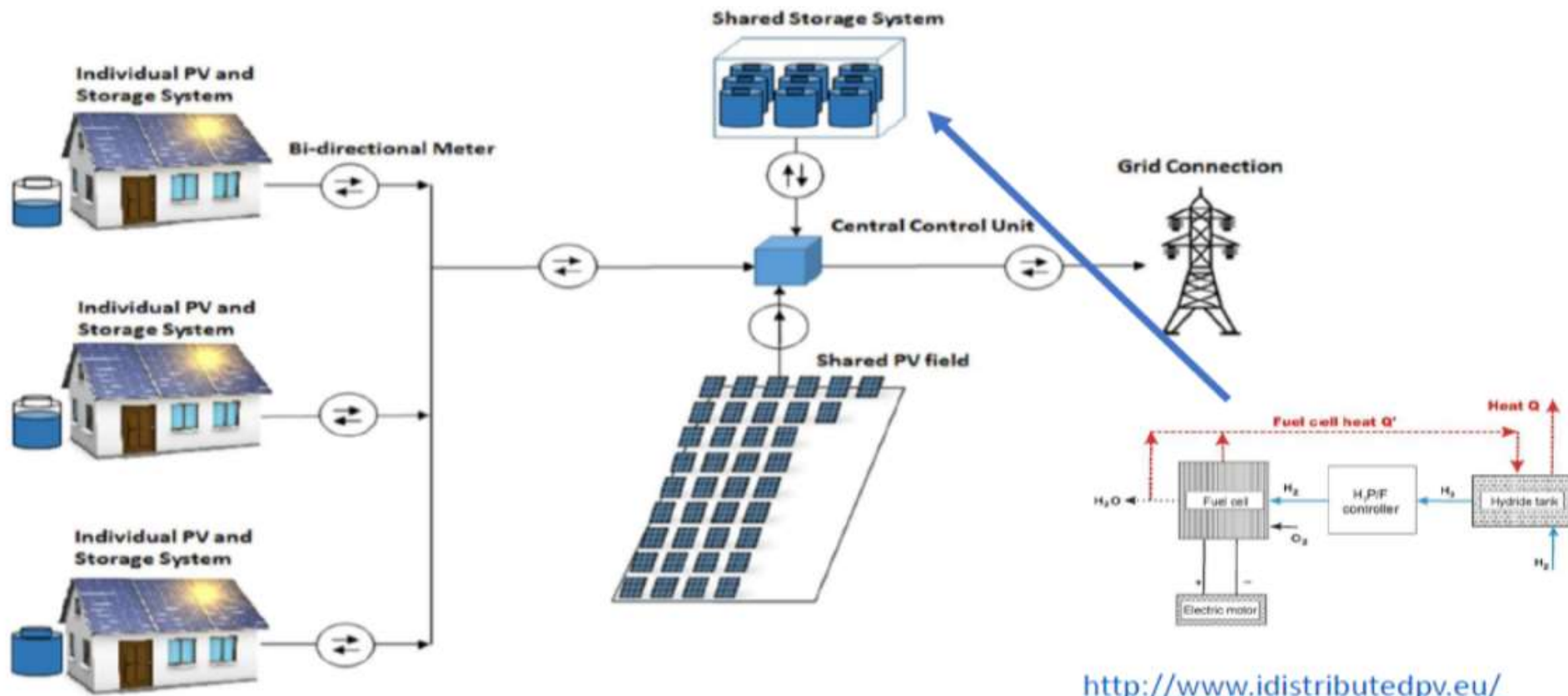
Iššūkiai:

1. Energijos saugojimas – vėjo ir saulės energetikai;
2. Teisinis gaminančių vartotojų sistemos reguliavimas;
3. Technologijų priimtinumumas visuomenei.



Elektros energijos sistemos evoliucija į išskaidytą energijos generavimą naudojant saulės elementus.
Gaminančių vartotojų (ang. *Prosumer*) atsiradimas.

Virtuali hibridinė energetikos sistema



ES H2020 projektas www.iDistributedPV.eu – *pritrauktos lėšos apie 180 000 Eur. (2017-2020 metai).*

Sukurtas produktas: aplikacija leidžianti įverti bendrų PV+saugojimas sistemų ekonominius-technologinius ir gamtosauginius parametrus.

Virtuali saulės + baterijų jėgainė LEI

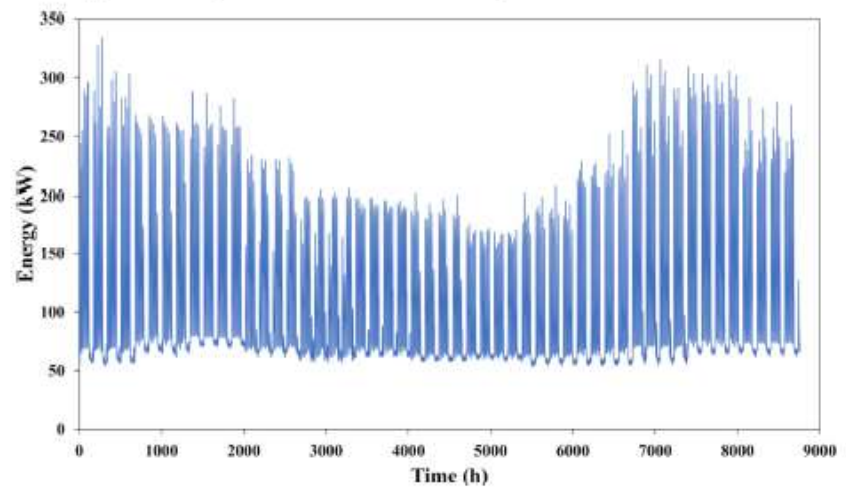


Figure 1. Yearly demand of the studied prosumer in Kaunas, Lithuania.

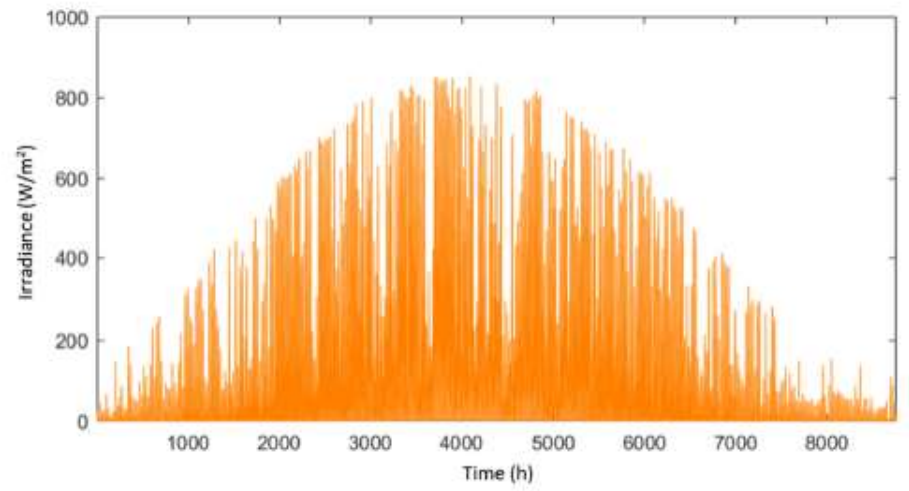
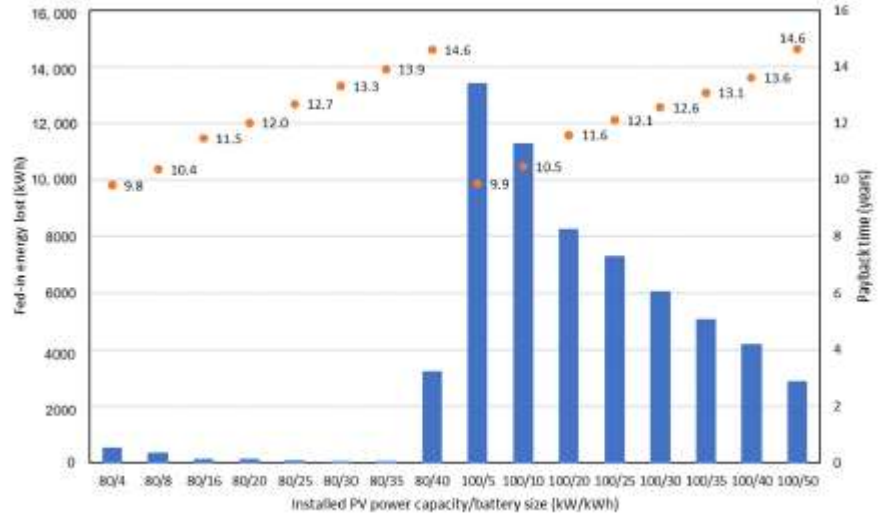


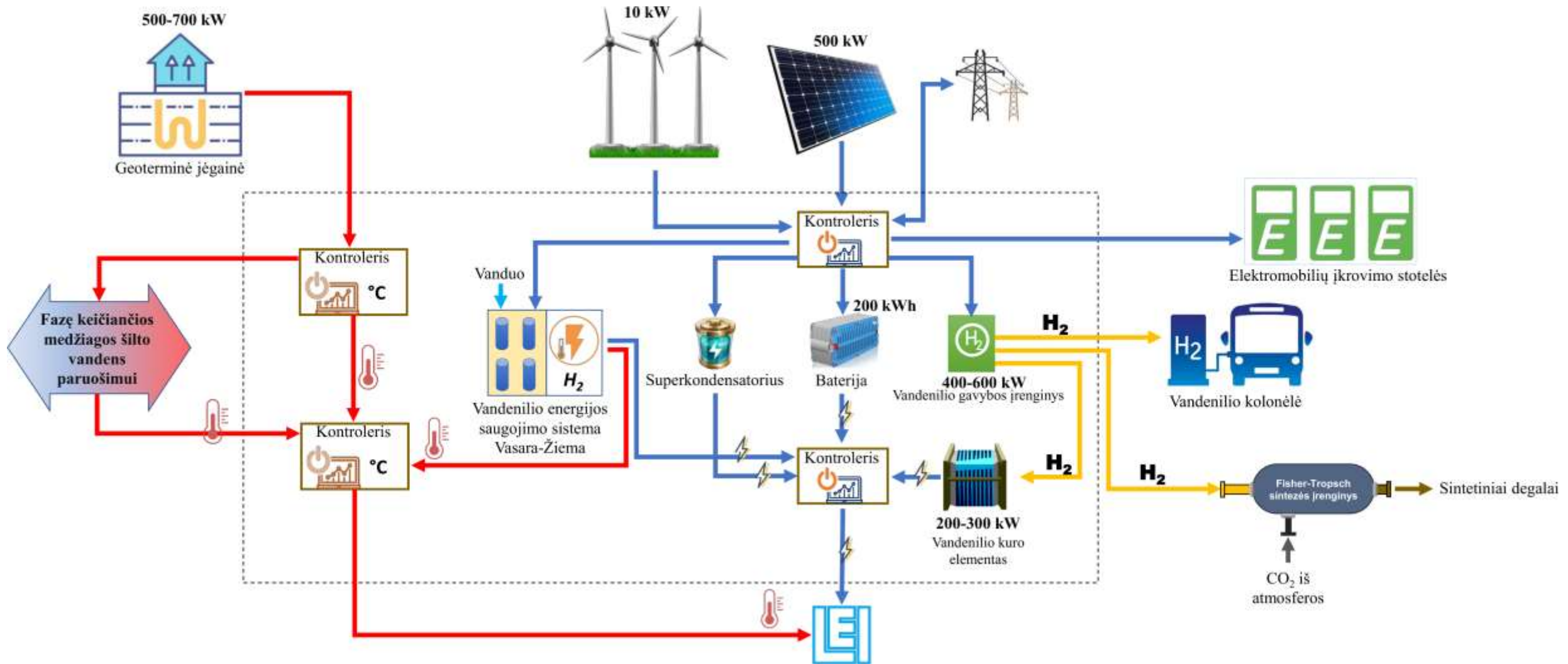
Figure 2. Yearly radiation in Kaunas, Lithuania.



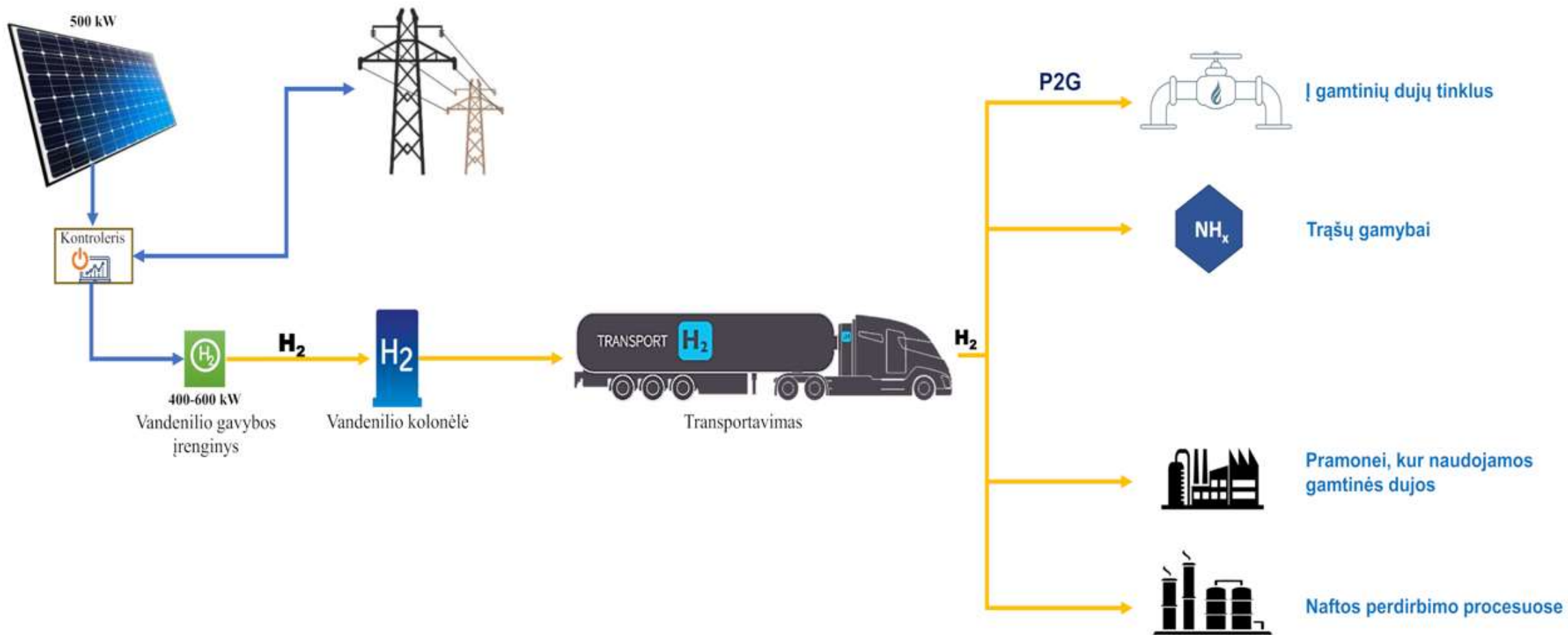
Milčiuvienė S., Kiršienė J., Dohejio E., Urbonas R. [LEI], Milčius D. [LEI]. The Role of Renewable Energy Prosumers in Implementing Energy Justice Theory. Sustainability. Basel, Switzerland: MDPI, 2019, Vol. 11, 5286, p. 1-16. ISSN 2071-1050.

Aleksiejuk-Gawron J., Milčiuvienė S., Kiršienė J., Dohejio E., Garzon D., Urbonas R. [LEI], Milčius D. [LEI]. Net-Metering Compared to Battery-Based Electricity Storage in a Single-Case PV Application Study Considering the Lithuanian Context. In: Energies. MDPI, 2020, Vol. 13, No. 9, 2286, p. 1-5. ISSN 1996-1073.

Vandenilis išmanaus miesto infrastruktūroje (LEI projekto paraiška)

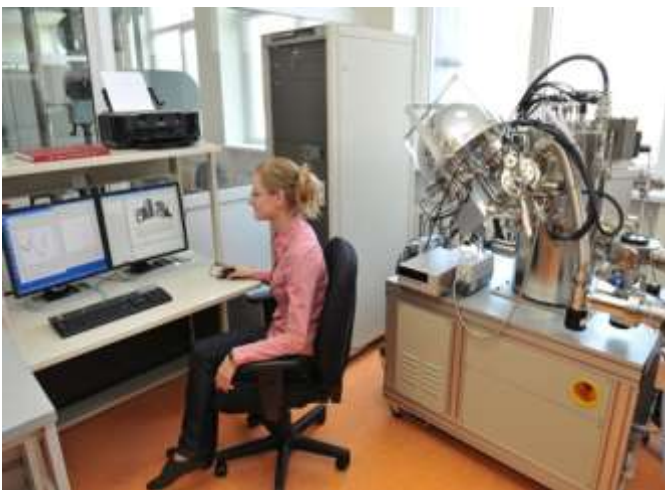


Papildomos galimybės: „Žalioji“ vandenilis kaip žaliava pramonei



Projekto įgyvendinimas leistų pasiekti

1. Projektas prisidėtų prie dvigubos (*žalioji ir skaitmeninė transformacija*) pramonės transformacijos idėjų populiarinimo ir įgyvendinimo Lietuvoje.
2. Tai būtų vieta, kur lietuviškas *verslas gali atlikti prieš-investicines eksperimentines studijas* susietas su šiomis technologijomis: žaliasis vandenilis transportui (įgyvendinti Alternatyvaus kuro direktyvos tikslai), žalieji biodegalai, išmanioji pastatų energetikos ekosistema, žaliasis vandenilis pramonei ir energetikos skaitmenizavimas (dirbtinio intelekto, giluminio mokymosi, didelių duomenų skaitmeninės technologijos hibridinių jėgainių valdymui) ir t.t.
3. *Naujų tarptautinių „Innovation Action“ tipo MTEPI energetikos srityje projektų* (pvz. „Europos Horizontas“ programos Smart Energy Transition partnerystėje) *iniciavimas* ir aukšto lygio technologinių sprendinių ir publikacijų rengimas.
4. *Ateities technologijų specialistų* (visi studijų lygmenys) *rengimas* pramonės ir verslo įmonėms; taptų traukos centru, kuris padidintų jaunimo (moksleivių) susidomėjimą technologijomis.
5. *Skirtas kelti visuotinę kompetenciją ir naujų technologijų priimtinumą* plačiajai visuomenei ir *identifikuoti technologijų teisinio reguliavimo iššūkius*.



Ačiū už dėmesį!

