

VYTAUTO DIDŽIOJO UNIVERSITETAS

— M C M X X I I —



Klasteris

Darni hibridinė energija

2011 m.

Prof. Liudvikas Pranevičius

Fizinių ir biomedicinos mokslų klasterių konferencija

2011 m. vasario 6 d.

Kauno botanikos sodas



Pranešimo turinys

- Įvadas – trumpai apie klasterį.
- Klasterio rodikliai – 2011 m.
- Pagrindinės tyrimų temos:
 - 1) vandens molekulių skaldymas korpuskulinėmis dalelėmis, generuojamomis plazmoje;**
 - 2) hibridinės vėjo ir saulės elektros jėgainės parametrų optimizavimas;**
 - 3) teorinės fizikos specialiosios dalys.**

Planas -2012 m.

Klausimai - atsakymai



Klasterio dalyvių sąrašas

<i>Ped. v., mokslo. l.</i>	<i>Vardas, pavardė</i>	<i>Darbovietė</i>	<i>Skiriama etato dalis</i>
Vadovas			
Prof. habil. dr.	Liudvikas Pranevičius	Fizikos katedra, prof. 1 et.	0,3
Mokslininkų grupės nariai			
Prof. habil. dr.	Juozas Augutis	Matematikos ir statistikos k., prof. 0,5 et.	0,075
Prof. habil. dr.	G. Kamuntavičius	Fizikos katedras, prof. 1 et.	0,3
Prof. dr.	Liudas Pranevičius	Fizikos katedra, prof. 1 et.	0,3
Doc. dr.	Valdas Girdauskas	Fizikos katedra, doc. 1 et.	0,3
Doc. dr.	A. Kanapickas	Fizikos katedra, prof. 1 et.	0,15
Doc. dr.	S. Mickevičius	Fizikos katedra, doc. 1 et.	0,3
Dr.	Rolandas Urbonas	LEI	
Prof. dr.	Darius Milčius	LEI	
doktorantas	Martynas Lelis	Fizikos katedra	
doktorantas	Karolis Gedvila	Fizikos katedra	
doktorantas	Alius Bačianskas	Fizikos katedra	
doktorantė	Simona Tučkutė	Fizikos katedra	
Dr.	Agnė Mašalaitė	Fizikos katedra	0,3



Mokslinės veiklos suvestinė – 2011 m.

Svarbiausios parengtos publikacijos:

- **Monografija:** Milčius, Darius; Pranevičius, Liudas; Pranevičius, Liudvikas; Lelis, Martynas. **Ateities energetika : vandenilio technologijos [elektroninis išteklius]** : monografija / Darius Milčius ...[et al.] ; Vytauto Didžiojo universitetas, Lietuvos energetikos institutas. Kaunas : Vytauto Didžiojo universiteto leidykla, 2011. 135 p. ISBN 9789955126959. Prieiga per internetą: <http://vddb.laba.lt/obj/LT-eLABa-0001:B.03~2011~ISBN_978-9955-12-695-9>
- **Patentas:** Milčius, Darius; Pranevičius, Liudvikas; Lelis, Martynas. **Metalu ir jų lydinių hidrinimo būdas (LT 5789 B)** : patento aprašymas / išradėjai: Darius Milčius, Liudvikas Pranevičius, Martynas Lelis; pareiškėjas Lietuvos energetikos institutas. Vilnius : Lietuvos Respublikos valstybinis patentų biuras, 2011. 12 p.
- **Parengta projekto paraiška:** Nacionalinės mokslo programos „Ateities energetika“ pagal uždavinį „Ateities energijos gamybos, tiekimo ir efektyvaus vartojimo mokslinės bazės kūrimas“ tema **“Fotokatalitinis vandens molekulių skaldymas dienos šviesoje plazma aktyvuotomis TiO₂ dangomis”**. Temos vadovas prof. Liudas Pranevičius
- Parengta ir apginta **A. Mašalaitės** (vadovas prof. G.Kamuntavičius) daktaro disertacija, 2011-06-14.
- Klasterio veikloje dalyvaujantys doktorantai:
M.Lelis, S.Tučkutė, A.Bačianskas ir K. Gedvilas
- Apgintų magistro darbų skaičius klasterio tematika - 8



Tema Nr.1

Vandens molekulių skaldymas korpuskulinėmis dalelėmis, generuojamomis plazmoje

Pagrindiniai vykdytojai: prof. Liudas Pranevičius, prof. D.Milčius, doc. A.Kanapickas,
doc.V.Girdauskas, *doktorantai:* M.Lelis, S.Tučkutė, K.Gedvilas ir A.Bačianskas,
magistrantai: M.Urbonavivičius, D.Girdzevičius ir T.Rajackas



Įvadas: problemos aktualumas

Vandenilio gavyba: šiuo metu 96% H_2 gaunama reformingo būdu iš angliavandenilinių junginių;

Vandenilio saugojimas:

- aukšto slėgio induose,
- suskystintas vandenilis,
- kietose medžiagose (hidridai)

Visa tai ekonomiškai nekonkurencinga lyginant su angliavandenilniais energijos nešėjais

Kuro elementai: SOFC ar PEM

- *Išvada:* 30 metų pasaulyje atliktų tyrimų patirtis rodo, kad problemų nemažėja, o pasiekti rezultatai netenkina vartotojų. Reikalingos **naujos idėjos** ir su tuo susijusios didelės investicijos moksliniams tyrimams



Nauji akcentai vandenilio energetikos moksle:

- (i) siaurinti problemų ratą ir
- (ii) *pirmame etape* koncentruoti tyrimus į H₂ gavybą iš vandens su tikslu H₂ naudoti kaip **energijos nešėją**

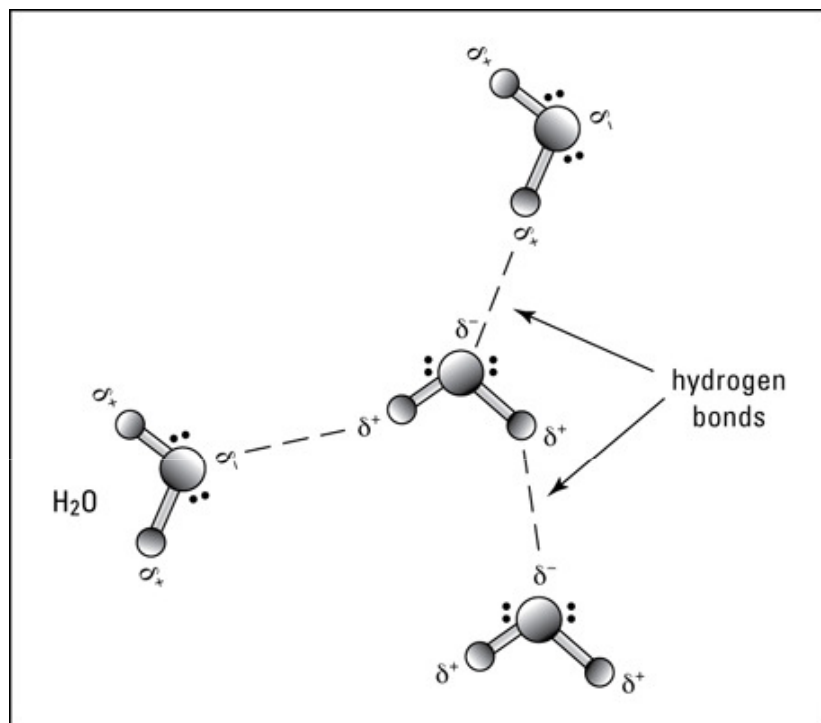
H₂ iš vandens gavybos būdai

Fotokatalizė

Fotoelektrochemija



Vandens fotokatalizė



Vanduo – labiausiai paplitęs Žemėje junginys. Žemės vandeninis apvalkalas, hidrosfera, dengia 71 % Žemės paviršiaus.



Paimta: Catalysis Review, 2011



Vandens molekulių skaldymas dienos šviesoje puslaidininkiniu fotokatalizatoriumi (dirbtinė fotosintezė)

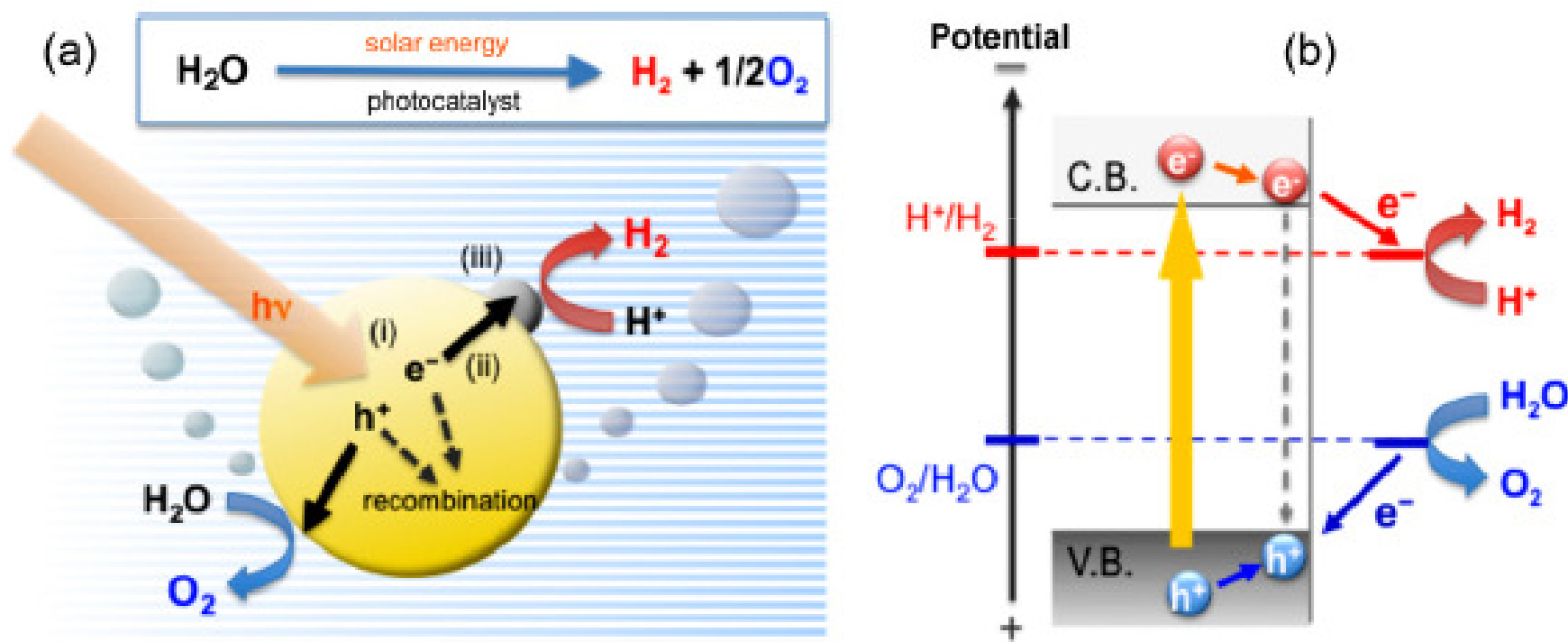


Fig. 2. Schematic illustration of water splitting over semiconductor photocatalyst.

Paimta: Catalysis Review, 2011



Atverstas naujas puslapis vandenilio technologijose

2011 m.: mokslininkai iš Lorencio Berklio laboratorijos (JAV) stebėjo efektyvią

vandens fotokatalizę dienos šviesoje naudojant TiO_2 nanomiltelius prisotintus vandeniliu

Ši technologija kartais yra vadinama

"dirbtine fotosinteze",

kurios metu gaunamas **"saulės kuras"**

(*angl.*, solar fuel), t.y. vandenilis, iš vandens.

Tam reikalingos naujos fotokatalitinės medžiagos



2011 m pagrindinis rezultatas

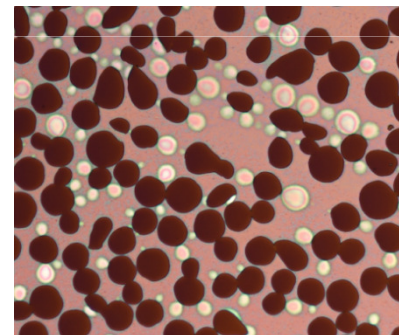
- LEI Vandenių technologijų centre bendradarbiaujant su LEI ir KTU tyrėjais gautos *balta šviesa* sugeriančios TiO_2 dangos

*Berkley (JAV) TiO_2
milteliai*



Paimta: *Science, January 2011*

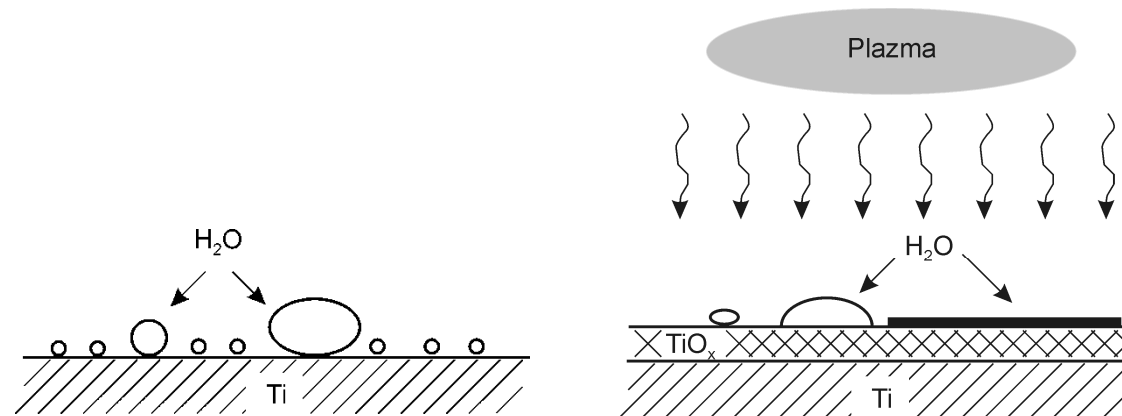
*LEI-VDU TiO_2
dangos*



Paimta: *Nacionalinės mokslo programos
“Ateities energetika” projekto ataskaitos,
LMT, 2011*



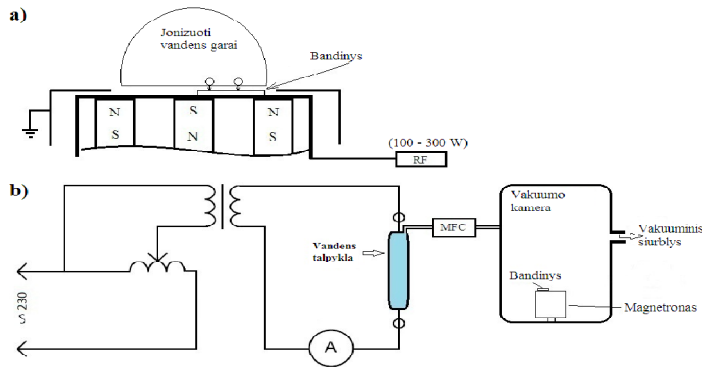
“Juodos” TiO_2 dangos gautos panaudojus originalias (LEI+VDU+KTU) technologijas:
vandens molekulių joninę implantaciją vandens garų plazmos aplinkoje



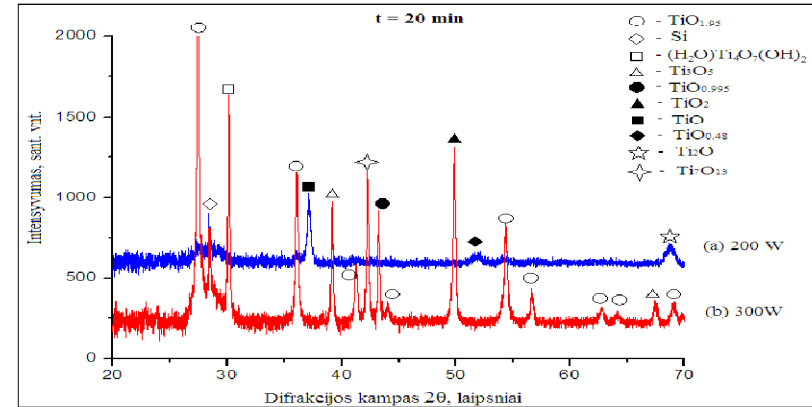
Paimta: Nacionalinės mokslo programos “Ateities energetika” projekto ataskaitos, LMT, 2011



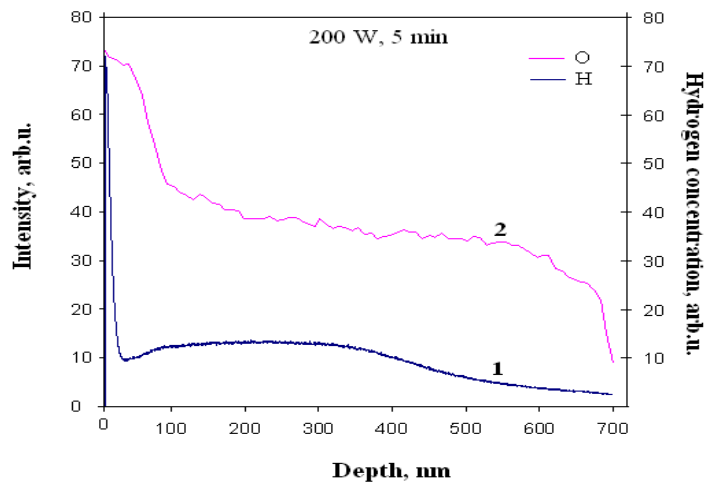
Tyrimų rezultatai



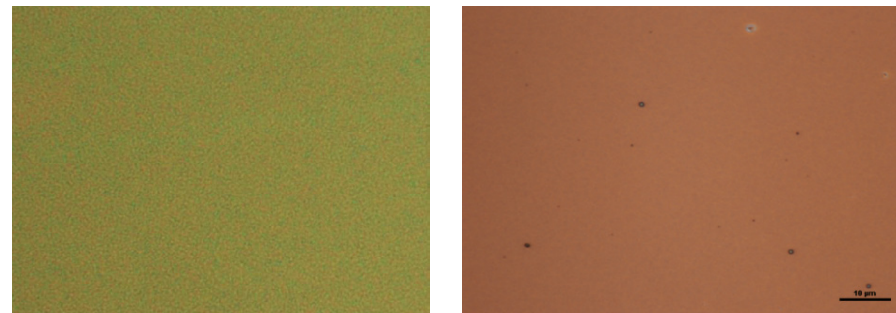
Eksperimento schema



Šviesą sugeriančių dangų mikrostruktūra



H ir O atomų pasiskirstymo profiliai



Šviesą sugeriančių dangų vaizdai



Patentais patvirtintos inovacijos ir naujų projektų paraiškos

Patentas: Milčius, Darius; Pranevičius, Liudvikas; Lelis, Martynas.

Metalų ir jų lydinių hidrinimo būdas (LT 5789 B) : patento aprašymas / išradėjai: Darius Milčius, Liudvikas Pranevičius, Martynas Lelis; pareiškėjas Lietuvos energetikos institutas. Vilnius : Lietuvos Respublikos valstybinis patentų biuras, 2011. 12 p. *European Patent Office*. Application number/Patent number: 10478001.0-2111. Date of publication:29.06.2011. Bulletin 2011/26. *Method of hydrogenation of metals and their alloys*.

- **Parengta projekto paraiška:** Nacionalinės mokslo programos „Ateities energetika“ pagal uždavinį “Ateities energijos gamybos, tiekimo ir efektyvaus vartojimo mokslinės bazės kūrimas” tema **“Fotokatalitinis vandens molekulių skaldymas dienos šviesoje plazma aktyvuotomis TiO_2 dangomis”**. Temos vadovas prof. Liudas Pranevičius



Galimi “juodų” TiO₂ dangų panaudojimai

- **Vandens fotokatalitinis skaldymas** – saulės energijos konversija į cheminę (dirbtinė fotokatalizė)
- Fotokatalitinis organinių junginių skaldymas (vandens ir oro bakteriologinis valymas);
- Fotokatalizė medicinoje (vėžio gydymas);
- Fotokatalitinė sterilizacija;
- Naujos kartos fotoelektriniai keitikliai (Japonų patentai).



2012 m. planas

- Optimizuoti fotokatalitinių TiO_2 dangų, *aktyvinamų dienos šviesoje*, gavybą oksiduojant metalinį Ti vandens garų plazmoje;
- Pradėti gautų dangų fotokatalitinių savybių tyrimus;
- Paruošti patentą “ TiO_2 dangų, naudojamų vandens molekulėms skaldyti dienos šviesoje, gavyba”;
- Tyrimų rezultatus paskelbti 2-iuose tarptautiniuose, turinčiuose aukštą citavimo rodiklį, žurnaluose.



Tema 2

Hibridinės vėjo ir saulės elektros jėgainės parametru optimizavimas





Tyrimo tikslas

Atlikti nedidelės galios hibridinės vėjo ir saulės energijos sistemos parametru optimizavimą parenkant saulės modulių galią ir akumuliatorių talpą taip, kad hibridinė sistema galėtų dirbti autonomiškai esant pasirinktam energijos poreikio scenarijui ir Lietuvos meteorologinėms sąlygoms.

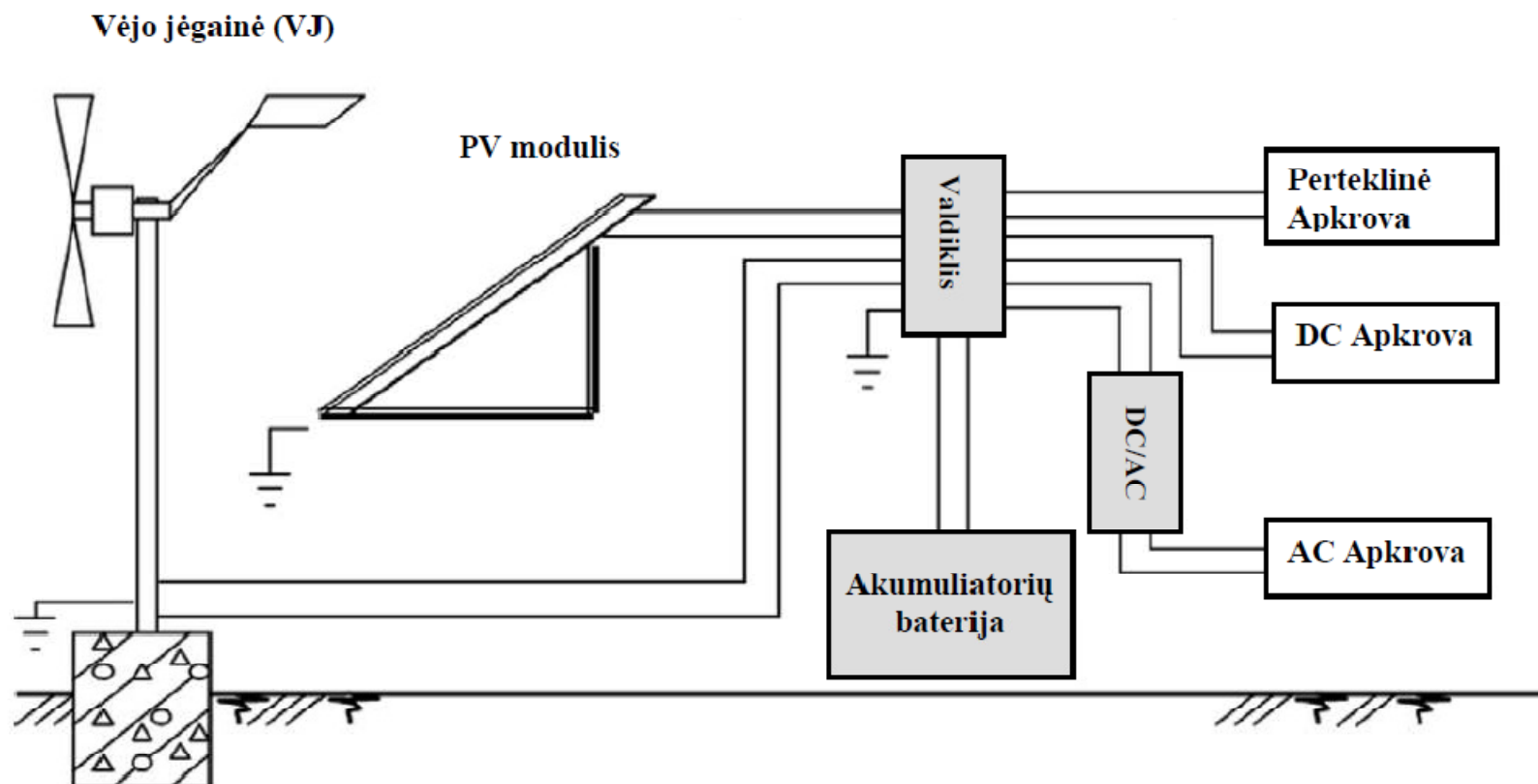
Hibridinės sistemos komponentų parametrai:

Vėjo jėgainė SÜDWIND 700: Darbinė galia 15 kW; Jėgainės aukštis ties rotoriaus centru 18 m; Rotoriaus skersmuo: 6 m; Pradinis vėjo greitis, nuo kurio jėgainė pradeda veikti: 3 m/s; Vėjo greitis, kurį viršijus vėjo jėgainė yra stabdoma: 30 m/s.

Saulės elementų moduliai: Pasirinkti standartiniai, šiuo metu didžiausią efektyvumą turintys monokristalinio silicio moduliai, jų maksimalus efektyvumas standartinėmis sąlygomis: 15,4 %;



Hibridinės vėjo ir saulės elektros jėgainės schema





Hibridinės sistemos komponentų parametrai:

Akumulatoriai:

Pasirinkti plačiausiai hibridinėse sistemose naudojami rūgštiniai akumulatoriai. Vieno akumulatoriaus įtampa 12 V, talpa 350 Ah. Akumuliatorių skaičius nuo 19 iki 95, užtikrinantis nepertraukiamą energijos tiekimą 220V įtampos apkrovai nuo 16 iki 80 valandų.

Įtampos keitiklis DC/AC:

Keitiklis keičia saulės elementų modulių ir akumuliatorių tiekiamą nuolatinę įtampą kintamą. Keitiklio efektyvumas 90 %.

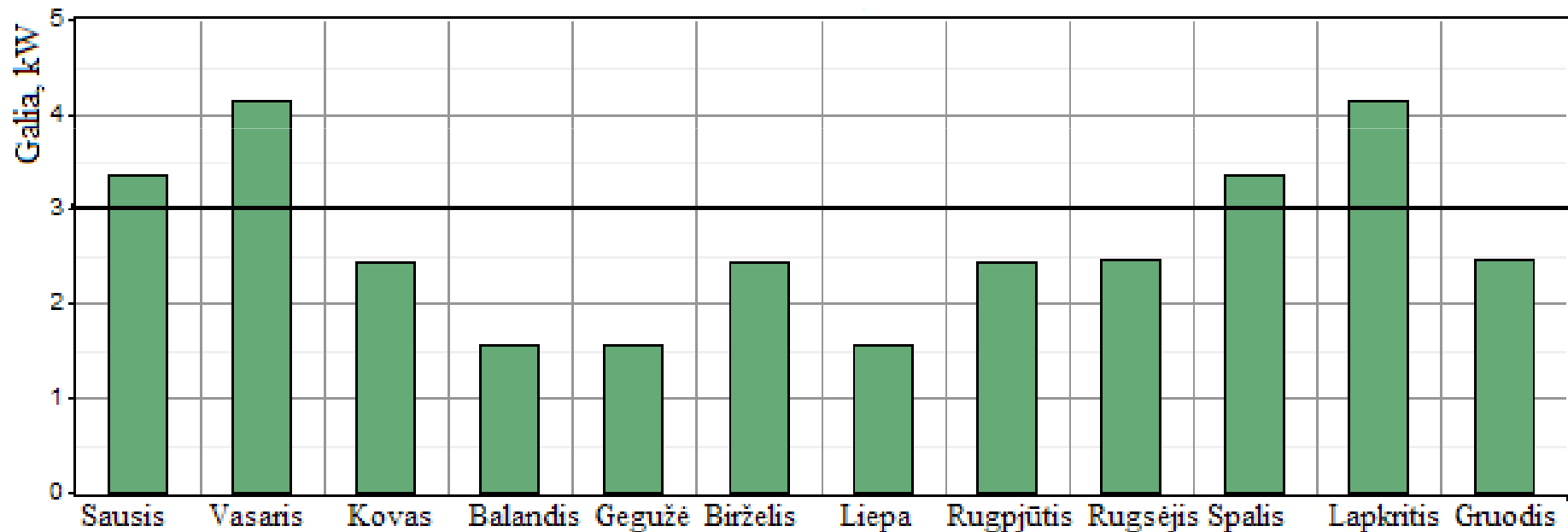
Apkrova:

Pasirinktas energijos vartojimo scenarijus, kai energija yra naudojama gamybos procesuose, todėl metų laikai įtakos energijos suvartojimui neturi. Apkrovai turi būti tiekiami pastovi galia 3kW arba 26280 kWh per metus.



Modeliavimo rezultatai

Sistema tik su 15kW nominalios galios vėjo jėgaine neužtikrina patikimo energijos tiekimo 3kW apkrovai.

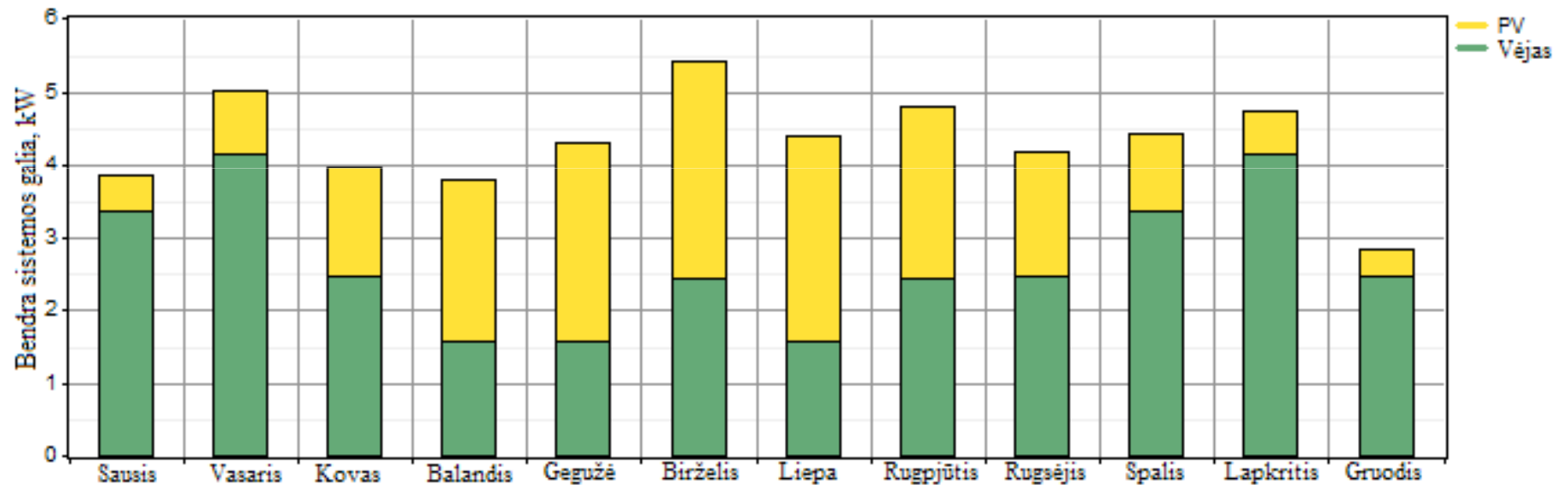


1Pav. Vidutinė vėjo jėgainės galia skirtingais mėnesiais



Modeliavimo rezultatai

Hibridinė sistema su santykinai nedidele PV modulių galia užtikrina patikimą energijos tiekimo apkrovai.



2 Pav. Vidutinė hibridinės vėjo ir saulės jėgainės galia skirtingais mėnesiais, kai saulės modulių galia 9,9 kW, akumuliatorių talpa 79,8 kWh.



Modeliavimo rezultatai

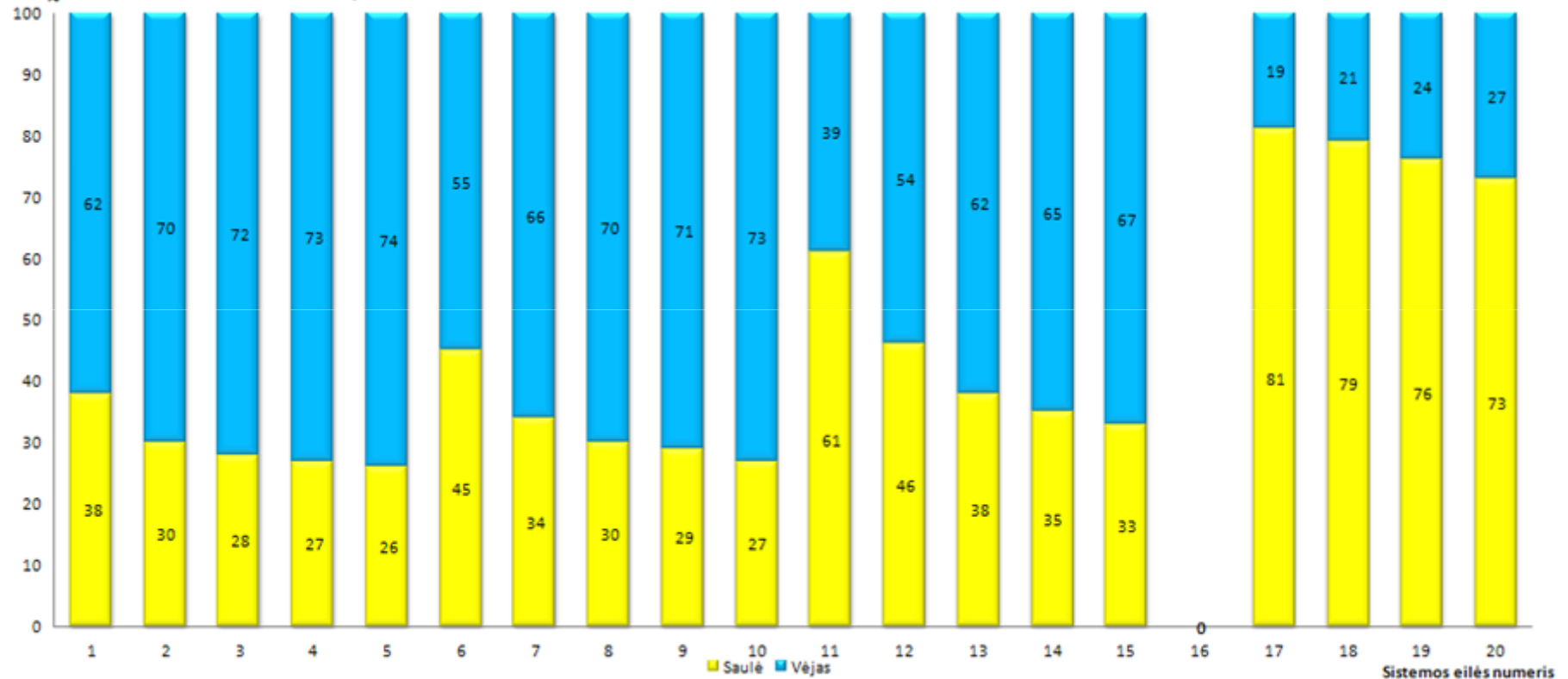
Būtina PV modulių galia arba akumuliatorių talpa, pasirinktai energijos tiekimo praradimo tikimybei.

Eil. Nr.	Energijos tiekimo praradimo tikimybė, %	PV modulių galia, kW	Akumuliatorių talpa, kWh	Pagaminta/Sunaudota elektros energija	Energijos perteklius, kWh per metus
1	15	9,9	79,8	1,49	14436
2		6,9	160	1,33	10061
3		6,3	239	1,29	9186
4		6,0	319	1,28	8749
5		5,7	399	1,26	8311
6	10	13,2	79,8	1,72	19247
7		8,1	160	1,42	11811
8		6,9	239	1,35	10061
9		6,6	319	1,33	9624
10		6,0	399	1,30	8749
11	5	25,2	79,8	2,42	36745
12		13,5	160	1,74	19685
13		9,6	239	1,51	13998
14		8,4	319	1,44	12248
15		7,8	399	1,40	11373
16	0	-	79,8	-	-
17		69,9	160	5,04	101924
18		58,4	239	4,37	85301
19		50,4	319	3,89	73490
20		42,9	399	3,46	62554

Energijos tiekimo praradimo tikimybė – tai valandų skaičius, kai sistema tiekia nepakankamai galios apkrovai, santykis su visu sistemos darbo valandų skaičiumi.



Modeliavimo rezultatai



3 Pav. Santykinis vėjo jėgainės ir PV modulių pagamintos energijos kiekis, skirtingai sistemos PV modulių galiai ir akumuliatorių talpai bei energijos tiekimo praradimo tikimybei (sistemos numeris nurodytas 1 lentelėje).



Tema 2: išvados:

- Autonominė hibridinė atsinaujinančios vėjo ir saulės energijos sistema, užtikrinanti nulinę energijos tiekimo praradimo tikimybę (ETPT) , būtų ekonomiškai nepagrįsta, kadangi joje saulės elektros modulių galia kelis kartus viršija vėjo jėgainės galia, ir tokia sistema gamina didelį perteklinės energijos kiekį. Sistemos su nuline ETPT ekonominiam pagrįstumui užtikrinti būtinas dar vienas rezervinis energijos šaltinis (pvz. dyzelinis elektros generatorius) arba prijungimas prie skirstomųjų elektros tinklų.
- Hibridinėje sistemoje, kurioje $ETPT > 0 \%$, dominuojantis elektros energijos gamybos šaltinis yra vėjo jėgainė, todėl bus reikalinga tik tokia saulės modulių sistema, kurios įrengtosios galios dalis minimaliai padengtų vėjo jėgainės gaminamos elektros energijos trūkumą.
- Nustatyta, kad, augant akumuliatorių baterijos talpai, reikalingam LOLP užtikrinti būtina saulės elementų modulių galia mažėja, tačiau optimaliam PV modulių galios ir akumuliatorių talpos santykiui nustatyti vien tik fizinių sistemos parametru analizės nepakanka, būtina analizuoti ir ekonominius sistemos parametrus.



Dėkoju už dėmesį!