



Projekto pavadinimas: Fotoelektros technologijos verslui (PV4B)

Projekto numeris: VP2-1.4-ŪM-01-K-01-002

Projekto vykdytojas: VšĮ „Perspektyvinių technologijų taikomųjų tyrimų institutas“

Technologinė išvalga:

Išvados ir rekomendacijos Lietuvos fotoelektros technologijų verslo sektoriui



Tai, kaip mes žvelgiame į ateitį, įtakoja mūsų dabartį.

2013 m. Vilnius

Darbo grupė:

Prof. Habil. Dr. Algirdas Gadikas

Dr. Juras Ulbikas

Dr. Linas Eriksonas

Mag. Andrius Stonkus

Patariamoji grupė:

Vidmantas Janulevičius, BOD Group
direktorius

Algimantas Barakauskas, UAB Precizika
Metrology direktorius

Vitas Mačiulis, Lietuvos saulės energetikos
asociacijos prezidentas

Dr. Arūnas Šetkus, Fizinių ir technologijos
mokslų centras, Fizikinių technologijų skyriaus
vadovo pavaduotojas

Ši studija yra technologinė įžvalga, kuri parengta remiantis studijų: „Pasaulio fotoelektros pramonės trumpojo ir vidutinio laikotarpio prognozių bei ilgalaikio vystymosi tendencijų apžvalga (Studija I)“, „Fotoelektros pramonės dabartinių ir naujos kartos technologijų apžvalga (Studija II)“, „Dabartiniai ir perspektyviniai fotoelektros taikymai bei iššūkiai pramonei (Studija III)“, „Verslo fotoelektros srityje dinamika: integracija ir laisva konkurencija elektros rinkoje (Studija IV)“ ir „Dabartinės Lietuvos fotoelektros technologijų klasterio situacijos analizė bei plėtros potencialas (Studija V)“, pagal užsakymą rengtų CIRCA Group Europe Ltd. (Airija) kartu su UAB „Probaltic consulting“ (Lietuva) ir kitų susijusių dokumentų analize bei patiriamosios grupės ekspertų teikiamomis rekomendacijomis.

Technologinė įžvalga parengta įgyvendinant projektą „Fotoelektros technologijos verslui (PV4B)“, Nr. VP2-1.4-ŪM-01-K-01-002 finansuojamą Europos Sąjungos Regioninės plėtros fondo pagal VP2 Ekonomikos augimo veiksmų programos prioriteto „VP2-1 Ūkio konkurencingumui ir ekonomikos augimui skirti moksliniai tyrimai ir technologinė plėtra“ priemonę „VP2-1.4-ŪM-01-K Inoklaster LT“.

Turinys

Įvadas.....	4
1 Pasaulinė energetikos situacija ir ilgalaikės jos perspektyvos	5
1.1 Pasaulinė energijos paklausa.....	5
1.2 2030 m. energetikos paketas	6
2 Fotoelektros rinka ir verslo dinamika.....	11
2.1 Rinka ir rinkos segmentai	11
2.2 Fotoelektros rėmimo programos	13
2.3 Nauji rinkos lyderiai	13
3 Fotoelektros technologijos ir produktai.....	17
4 Fotoelektros sektorius Lietuvoje	31
4.1 Trumpa Lietuvos fotoelektros sektoriaus susikūrimo ir plėtros istorija	31
4.2 Lietuvos Fotoelektros technologijų klasteris	31
4.3 Lietuvos fotoelektros sektoriaus vertės kūrimo grandinė	38
4.4 Lietuvos fotoelektros rinkos situacija	42
4.5 Lietuvos fotoelektros sektoriaus stiprybių, silpnybių, galimybių ir grėsmių analizė	46
5 Lietuvos fotoelektros sektoriaus plėtros perspektyvos.....	52
5.1 Lietuvos fotoelektros sektoriaus vystymosi scenarijai	52
5.2 Ilgalaikio fotoelektros pramonės vystymo Lietuvoje strategija.....	57
6 Rezultatai ir išvados	70

Ivadas

Technologinė įžvalga – tai priemonė technologinio vystymosi strategijos ir politikos formavimui, kurie nubrėžia gaires inovacijų skatinimo technologinės infrastruktūros vystymui. Technologinės įžvalgos iniciatyvos, pateikdamos gaires sėkmingai tvariai ir novatoriškai plėtrai padeda siekti ekonominės, socialinės ir aplinkosauginės naudos nacionaliniu ir tarptautiniu lygmeniu, bei prisideda prie verslo įmonių efektyvaus technologijų valdymo bei technologijų perkėlimo proceso, taip didinant įmonių konkurencingumą bei plėtrą. Dėl to technologinės įžvalgos vaidina labai svarbų vaidmenį daugelyje šalių, kurios siekia neatsilikti tarptautinėse technologijų lenktynėse ir išsaugoti konkurencingumą tarptautinėse rinkose.

Ši Lietuvos fotoelektros pramonės sektoriaus technologinė įžvalga buvo rengiama atsižvelgiant į kintančią fotoelektros situaciją bei Lietuvos Fotoelektros technologijų klasterio įmonių poreikius. Technologinės įžvalgos rengimui buvo suburta ekspertų grupė, kurią sudarė Lietuvos ir užsienio analitikai, mokslininkai ir ekspertai iš pramonės ir kitų socialinių grupių. Siekiant efektyviai surinkti žinias iš ekspertų, buvo vykdomi giluminiai interviu, organizuojamos ekspertų panelės bei apklausos – taigi galima teigti, kad prie įžvalgos rengimo vienu ar kitu aspektu prisidėjo mažiausiai 100 žmonių.

Lietuvos fotoelektros pramonės sektoriaus technologinėje įžvalgoje yra analizuojamos su fotoelektros verslo vertės grandine susijusios sritys ir potencialios naujos veiklos kryptys laikotarpiu iki 2020/30. Ilgojo laikotarpio analizei, kai prognozavimas jau nebėra tikslus ir labiau skirtas dominuojančių tendencijų vizualizacijai, buvo pasitelkta eksploratyvinė metodika, kuri įgalina sukurti lankstų strateginį planą, skirtą kryptingai ir tikslingai ilguoju laikotarpiu plėtoti fotoelektros sektorių Lietuvoje ir laiku imtis priemonių, reikalingų sektoriaus tarptautinio konkurencingumo užtikrinimui. Parengta įžvalga pasitarnavo identifikuojant technologijas, kurių vystymas būtų labai svarbus ilguoju laikotarpiu išlaikant Fotoelektros technologijų klasterio gebėjimus konkuruoti tarptautiniu mastu. Įgytos žinios bus naudojamos įgyvendinant ilgalaikę Fotoelektros technologijų klasterio strategiją, mokslo, technologinius ir inovacijų diegimo prioritetus bei technologinių pajėgumų plėtros kryptis bei potencialias galimybes vystyti naujus produktus.

Pateikdami šią technologinę įžvalgą visuomenei, siekiame pratęsti dialogą su politikos, verslo ir pramonės, mokslo bei visuomenės atstovais, aptariant fotoelektros perspektyvas ir apsvarstyti galimas strategijas bei priemones, atsinaujinančios energijos vartojimo skatinimui ir o susijusios pramonės vystymuisi Lietuvoje.

1 Pasaulinė energetikos situacija ir ilgalaikės jos perspektyvos

1.1 Pasaulinė energijos paklausa

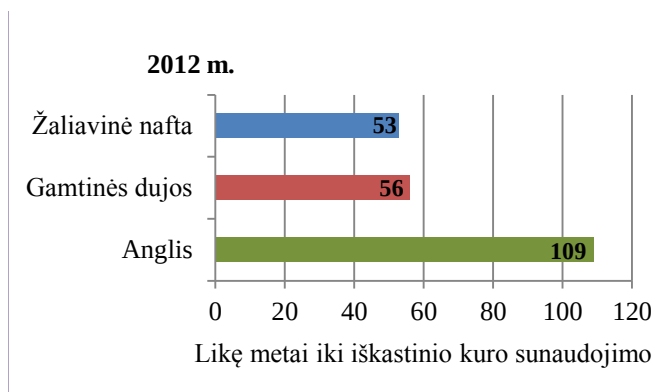
Dabartinė pasaulinė energijos pasiūla yra labai priklausoma nuo iškastinio kuro, kuris yra ribotas. BP atliktoje statistinėje pasaulinės energijos apžvalgoje¹ yra teigiama, kad pasaulyje dar yra 861 milijardas tonų anglies, 187 trilijonai kubinių metrų gamtinių dujų ir 1669 milijardai barelių žaliavinės naftos išteklių. Šie skaičiai atrodo labai dideli, tačiau atsižvelgus į dabartinį gavybos greitį, patvirtinti anglies ištekliai išseks per ateinančius 109 metus. Paskutinis kubinis metras gamtinių dujų bus išgautas 2068 metais, o 2065 metais jau nebebus likę žaliavinės naftos (1 pav.).

2030 m. energijos paklausos situacija (2 pav.) yra prognozuojama remiantis istorine eiga ir šiomis prielaidomis:²

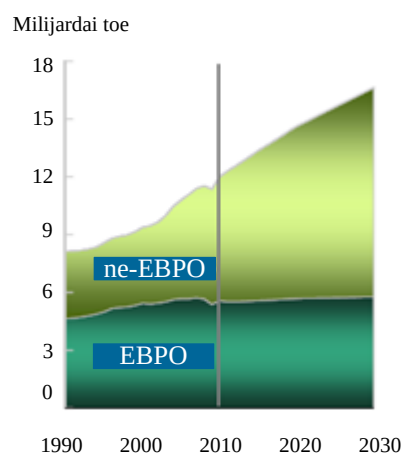
- Prognozuojama, kad pasaulinis energijos suvartojimas nuo 2010 m. iki 2030 m. augs 1,6 proc. per metus ir 2030 m. sudarys 39 proc. didesnį energijos suvartojimą lyginant su dabartiniu lygiu.
- Beveik visas (96 proc.) augimas yra sąlygojamas ne-EBPO (Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacija, angl. *Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD*)

šalių. 2030 m. ne-EBPO energijos suvartojimas bus 69 proc. didesnis nei 2010 m. lygis ir sudarys 65 proc. viso pasaulinio energijos suvartojimo, kuris dabar yra 54 proc. EBPO energijos suvartojimas 2030 m. bus tik 4 proc. didesnis nei 2010 m.

Numatoma, kad pasaulinis elektros vartojimas tarp 2010 m. ir 2040 m. vidutiniškai augs po 2,4 proc. per metus. EBPO vartojimas augs apie 1,4 proc. per metus, ne-EBPO apie 3,2 proc.³ Prognozuojama, kad pasaulinė elektros paklausa išaugs nuo 17.200 TWh (2009 m. lygis) iki daugiau nei 31.700 TWh 2035 m.⁴ Energija, reikalinga generuoti elektrai išliks sparčiausiai augančiu sektoriumi, sudarančiu



1 pav. Iškastinis kuras: likę gavybos metai. Šaltinis: BP Statistinė globalios energetikos analizė, 2013



2 pav. Energijos paklausos augimas 1990-2030 m. Šaltinis: BP, 2012

¹ BP Statistical Review of World Energy (2013)

²BP, (2012), Energy Outlook 2030

³Statoil, Energy Perspectives (2012)

⁴International Energy Agency, World Energy Outlook 2011 (2011)

57 proc. augančiame pradinės energijos suvartojime 2030 m. (lyginant su 54 proc. 1990–2010 m.). Pramonė yra pagrindinė energijos vartojimo augimo varomoji jėga, ypač besivystančios ekonomikos šalyse ir 2030 m. įvairūs pramonės sektoriai sudarys daugiau nei 60 proc. energijos paklausos. Šios prognozės gali varijuoti, nes daugelis klimato kaitos keliamų rizikų švelninimo scenarijų reikalauja kuo spartesnės elektrifikacijos vykdomos kartu su greitai diegiamu energijos generavimu iš atsinaujinančių išteklių bei plintančios skalūnų dujų gavybos.

1.2 2030 m. energetikos paketas

Remiantis Tarptautinės energijos agentūros (*angl. International Energy Agency, IEA*) pateikiamais duomenimis, formuojasi naujas pasaulinės energetikos žemėlapis su ilgalaikėmis pasekmėmis energetikos rinkoms ir prekybai.⁵ Jis yra sąlygojamas JAV atnaujintų naftos ir dujų gavybos ir perdirbimo planų bei toliau gali būti pertvarkomas keleto didelių šalių (tokių kaip Japonija, Vokietija ir Prancūzija) atsisakymo naudoti atominę energiją, besitęsiančio ir greitai augančio vėjo ir fotoelektros technologijų vartojimo. Jeigu naujos politinės iniciatyvos būtų plečiamos ir suderintai įgyvendinamos, siekiant pagerinti pasaulinį energijos efektyvumą, tai galėtų tapti rimtu pokyčiu energetikoje. Tačiau iki dabar, energijos paketas kinta labai lėtai. Tai daugiausia lemia ilgas laikas, reikalingas naujų technologijų kūrimui ir brandai, esamos infrastruktūros ilgaamžiškumas bei reikalingos didelės išlaidos naujos infrastruktūros įdiegimui. Greičiausiai auganti yra atsinaujinančių išteklių (įskaitant biokūrą) procentinė dalis, kuri tikimasi, kad iki 2030 m. augs 8,2 proc. per metus. Prognozuojami energijos išteklių pokyčiai iki 2040 m. pateikiami (lentelėje 1)⁶.

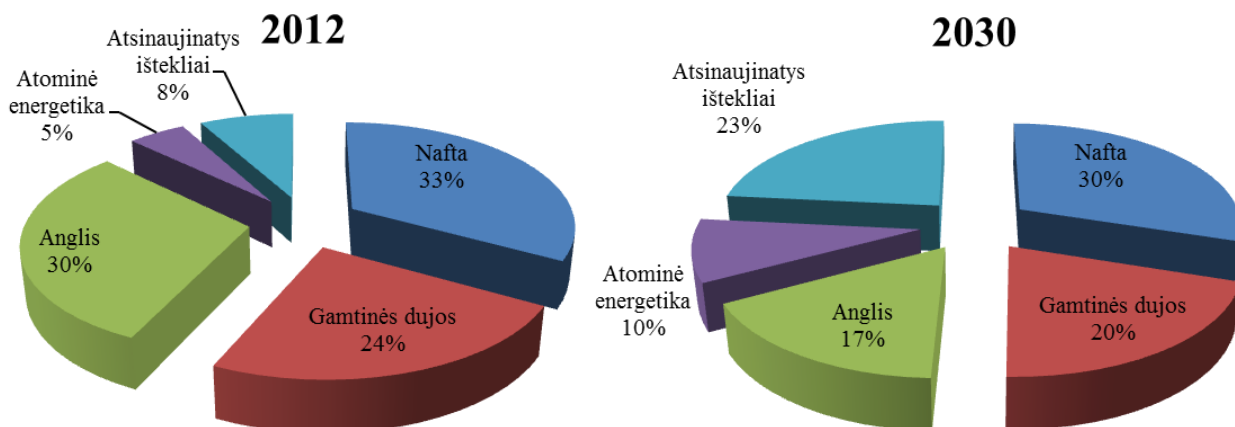
Lentelė 1. Energijos išteklių pokyčiai 2040 m. Šaltinis: Exxon Mobile, 2012

<i>Energijos ištekliai</i>	<i>Prognozuojami pokyčiai</i>
Žaliavinė nafta	Analizuojamu laikotarpiu nafta išliks pagrindiniu energijos ištekliu pasaulyje, skatinamu 70 proc. paklausos augimo ne-EBPO šalyse dėl augančio skystų degalų poreikio
Gamtinės dujos	2025 m. gamtinės dujos taps antru plačiausiai naudojamu energijos ištekliu pasaulyje. Tai taip pat bus greičiausiai augančio poreikio energijos ištekliai, kurių paklausa nuo 2010 m. iki 2040 m. užaugs daugiau nei 60 proc.
Anglis	2025 m. anglies paklausa pasieks aukščiausią lygį ir po to ims mažėti, dėl padidėjusio efektyvumo ir kitų mažiau anglies naudojančių technologijų brandos.
Atominė energetika	Atominės energetikos augimas sudarys apie 2,2 proc. per metus. Tai gana ženklus augimas, tačiau mažesnis, nei buvo prognozuojamas prieš 2011 m. Fukušimos elektrinės Japonijoje avariją.
Atsinaujinantys ištekliai	Vėjo, saulės, hidro ir biokuro išteklių naudojimui numatomas ženklus augimas. 2040 m. jie sudarys apie 20 proc. pasaulinės paklausos.

⁵International Energy Agency, *World Energy Outlook 2012* (2012)

⁶Exxon Mobile, *The Outlook for Energy: A View to 2040* (2012)

Dabartinio 2012 m. ir prognozuojamo 2030 m. energetikos paketų diagramos yra pateikiamos 3 pav.



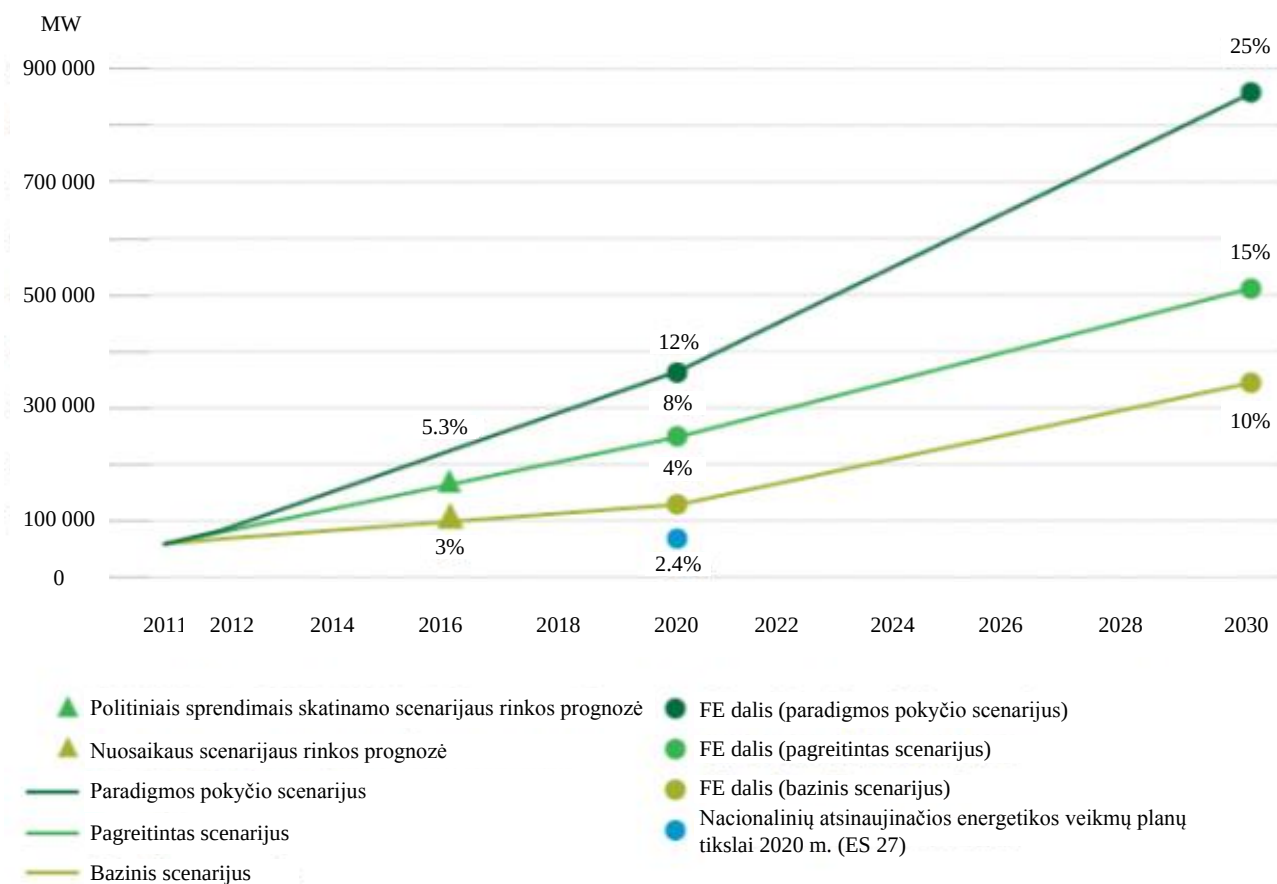
3 pav. 2012 m. ir 2030 m. energetikos paketai (pirminės energijos vartojimas). Parengta pagal IEA duomenis, 2012 ir ⁷

Nafta, gamtinės dujos ir anglis 2012–2040 m. sudarys dominuojančią, bet vis mažėjančią dalį bendrame energetikos pakete. Nafta ir gamtinės dujos išliks didžiausią dalį sudarantys ištekliai (50 proc.). Tačiau atsinaujinantys energijos šaltiniai ir atominė energetika, ilgainiui taps nepakeičiama energetinio paketo dalimi, sudarančia 33 proc. 2030 m. ir didesne už bet kurio kito iškastinio kuro dalį. Prognozuojama, kad apie pusę elektros energijos generuojamos iš atsinaujinančių energijos išteklių bus sudaryta iš hidro, daugiau nei ketvirtis iš vėjo, o fotoelektra sudarys 9 proc., o Europoje mažiausiai 10 proc. (4 pav.).

2012 m. ES 27 fotoelektra jau sudarė 2,6 proc. elektros paklausos dalies.

EPIA, 2013 m.

⁷BP, *Energy Outlook 2030* (2012)



4 pav. Fotelektros skvarbos Europoje (įskaitant Norvegiją, Šveicariją ir Turkiją) prognozės iki 2030 (MW). Procentais nurodoma FE sugeneruota elektros dalis bendroje elektros paklausoje⁸

Ilgą laiką fotelektra (FE) buvo laikoma kaip perspektyvi ir aplinkai saugi technologija, turinti didelį potencialą, tačiau vis dar per brangi.⁹ Tačiau fotelektros sistemų kaina per 2010-2012 m. vidutiniškai sumažėjo 50 proc. ir 2013 m. pabaigoje tesudarė €1,522/kW_p.^{10,11} Prognozuojama, kad ilguoju laikotarpiu FE kainos lygis¹² mažės (5 pav.) ir generuojamos fotelektros kaina priartės ir taps mažesne už elektros kainą, kurią moka privatūs vartotojai, gaunantys elektros energiją iš žemosios įtampos elektros tinklų,¹³ taip FE daugelyje šalių tampa vis labiau ekonomiškai patrauklia (6 pav.). Šiuo metu fotelektros generavimo kaina daugelyje šalių dar yra didesnė nei didmeninė elektros energijos kaina, tačiau jau mažesnė už mažmeninę (už tą, kurią vartotojai moka elektros tinklų operatoriui).

⁸ Connecting the Sun: Solar Photovoltaics on the Road to Large/Scale Grid integration. EPIA, 2012

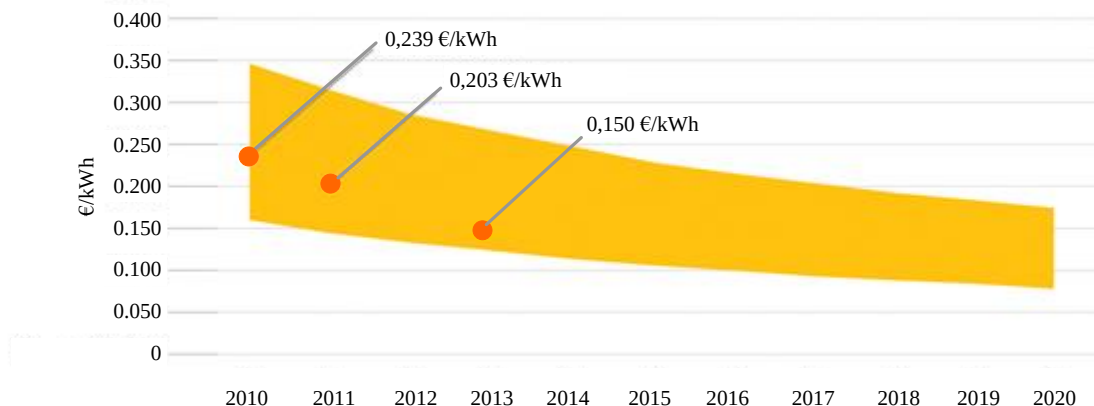
⁹ Lopez Polo A, Haas R. An international overview of promotion policies for grid connected PV systems. Progress in Photovoltaics 2011;20: 2012.

¹⁰ EuPD Research's PV SalesMonitor, 2013

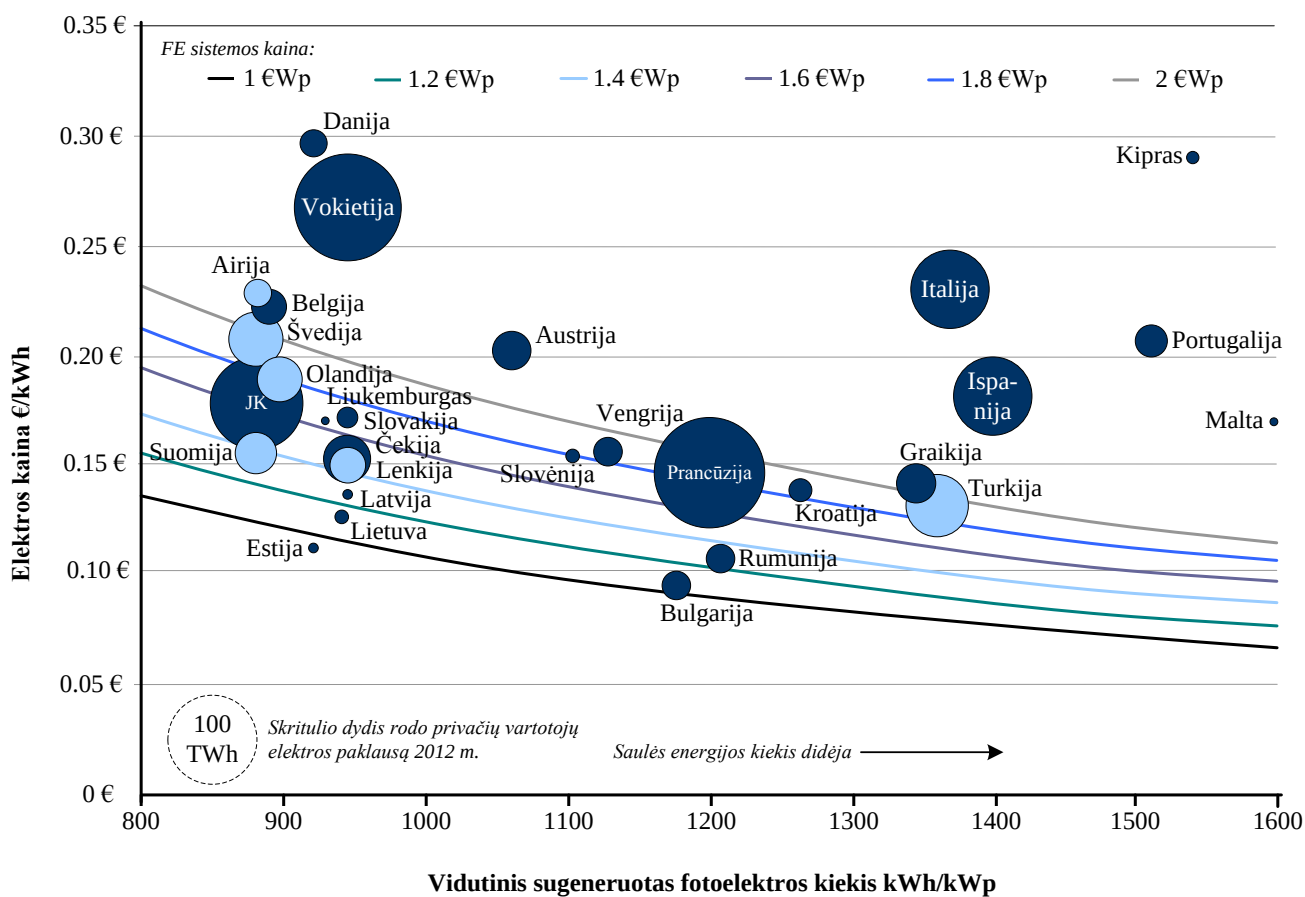
¹¹ W_p – nominalios galios matavimo vienetas, gaunamas iš fotelektros modulyje, apšviesto 1000 W/m² intensyvumo spinduliuote

¹² Elektros kainos lygis €/kWh (angl. Levelized Cost Of Electricity, LCOE) - tai minimali kaina, už kurią turėtų būti parduodama elektra, kad atsipirktų pradinės investicijos, palaikymo ir kiti susiję kaštai.

¹³ EPIA. Solar Photovoltaics Competing in the Energy Sector: On the road to competitiveness, 2011



5 pav. ES fotoelektros kainų lygio intervalo prognozės 2010–2020 m. Šaltinis: EPIA, 2013



6 pav. Fotoelektros kainos lygio (atvaizduotas 6 kreivėmis, kurių padėtis priklauso nuo fotoelektrinės sistemos kainos) priklausomybė nuo vidutinio energijos kiekio. Šalių skrituliai rodo vidutines elektros kainas privatiems vartotojams (2500–5000 kWh per metus), o skritulio padėtis virš fotoelektros kainų lygio kreivės rodo, sąlygas, kuriomis yra pasiekiamas tinklo paritetas. Parengta pagal Eurostat ir JRC EK duomenis, 2013

- Numatomoje ateityje pasaulinė energijos paklausa tolydžiai augs, ypatingai ne-EBPO šalyse.
- Atsinaujinančių energijos išteklių dalis globaliame energetikos pakete 2013-2030 metais ženkliai išaugs nuo dabartinių 8 proc. iki 23 proc.
- Fotoelektra, lyginant su kitais atsinaujinančiais energijos ištekliais, suteikia palankiausias elektros generavimo galimybes.
- Fotoelektros sektorius yra tinkamiausias naujų gamybinių pajėgumų kūrimui.

¹⁴ Pasaulio fotoelektros pramonės trumpojo ir vidutinio laikotarpio prognozių bei ilgalaikio vystymosi tendencijų apžvalga (Studija I). CIRCA Group Europe Ltd., 2013

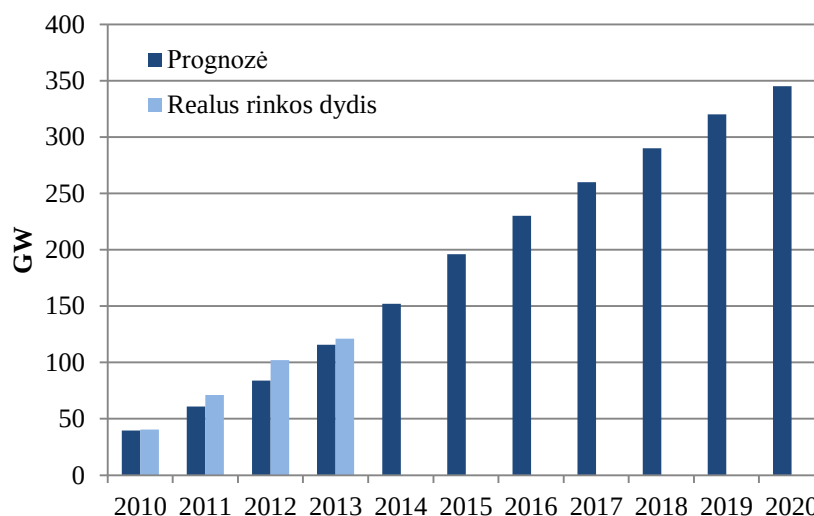
2 Fotoelektros rinka ir verslo dinamika

2.1 Rinka ir rinkos segmentai

Suminė pasaulinė instaliuotos fotoelektros galia 2012 m. viršijo įspūdingą 100 GW vertę. Kiekvienais metais jau instaliuotos fotoelektrinės leidžia sutaupyti daugiau nei 53 milijonus tonų CO₂.¹⁵ Fotoelektrinių jėgainių instaliacija Europoje pastaraisiais metais yra sulėtėjusi dėl finansinės krizės ir valstybių paramos sumažinimo (dažniausiai dėl kompensacinio tarifo mažinimo arba visiško panaikinimo), tačiau pasauliniame lygmenyje sulėtėjimo praktiškai nėra. Prognozuojama, kad nepaisant problemų kai kuriose lokaliuose rinkose (labiausiai ES šalyse), toliau tęsis stabilus ir ekspansyvus rinkos augimas, 2020 m. leisiantis pasiekti suminę galią virš 340 GW (7 pav.).

Europos Sąjungoje per 2012 m.:
Fotoelektros sugeneruota: **68,1 TWh**
Prijungta prie tinklo: **16 519,9 MW_p**

EurObserv'ER. 2013

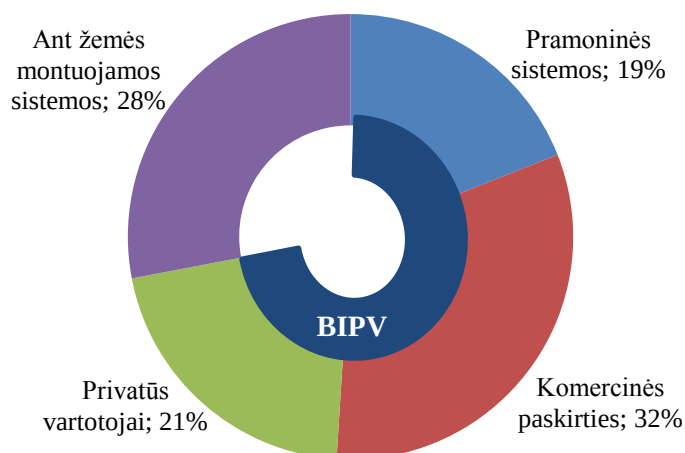


7 pav. Pasaulinės rinkos vystymosi prognozės (suminė instaliuota fotoelektros galia (2010-2020)). Parengta pagal McKinsey 2012, EPIA, NPD Solarbuzz ir NAVIGANT Research, 2013

Globali ir ES fotoelektros rinka yra gana heterogeniška ir kiekvienoje šalyje priklausomai nuo paramos schemų pasižymi skirtingų dydžių rinkos segmentais. Įprastai, rinka pagal instaliavimo pobūdį ir galutinį vartotoją yra skirstoma į keturis segmentus: ant žemės montuojamos sistemos, pramoninės sistemos (dažniausiai montuojamos ant stogo), komercinės paskirties (sistemos savininkas nėra privatus asmuo) ir privačių vartotojų sistemos. ES rinkos segmentų dydžiai 2012 m. yra pateikiami 8 pav. Didelė ES fotoelektros rinkos dalis yra susitelkusi ties komercinėmis ir pramoninėmis sistemomis ir prognozuojama, kad privačių vartotojų rinkos segmentas per ateinančius metus ženkliai augs. Per 2010-2012 m. į rinką buvo pristatytas naujas produktas - į pastatus integruojami fotoelektriniai moduliai (*angl. building integrated photovoltaics, BIPV*), kuris pagal taikymo galimybes apima tris –

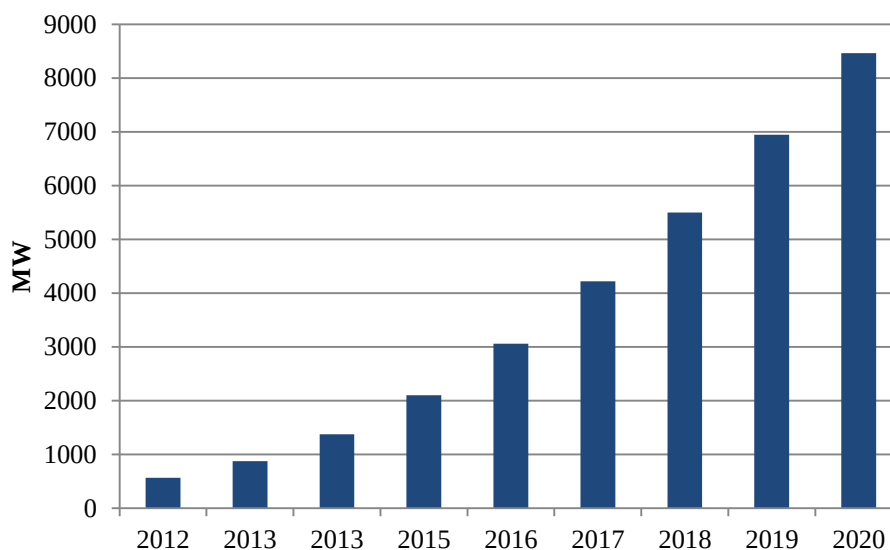
¹⁵ Global Market Outlook For Photovoltaics 2013-2017. EPIA, 2013

pramoninių, komercinių ir privataus vartojimo sistemų segmentus bei apjungia fotoelektros ir statybų pramonės sektorius.



8 pav. ES fotoelektros rinkos segmentai 2012 m., Parengta pagal EPIA, 2013

Prognozuojama, kad BIPV nišinė rinka 2013-2017 m. bus viena iš sparčiausiai augančių (9 pav.) ir 2017 m. pasieks 4,6 GW suminę galią bei 1,75 milijardų eurų rinkos vertę.¹⁶



9 pav. Į pastatus integruojamų fotoelektrinių modulių rinkos segmento augimas. Parengta pagal SNe Research, NPD Solarbuzz ir NAVIGANT Research, 2013

Ilguoju laikotarpiu ši nišinė rinka dar labiau išaugs dėl įsigaliosiančių Direktyvos 2010/31/ES „Dėl pastatų energinio naudingumo“ nuostatų, pagal kurias valstybės narės turi užtikrinti, kad:

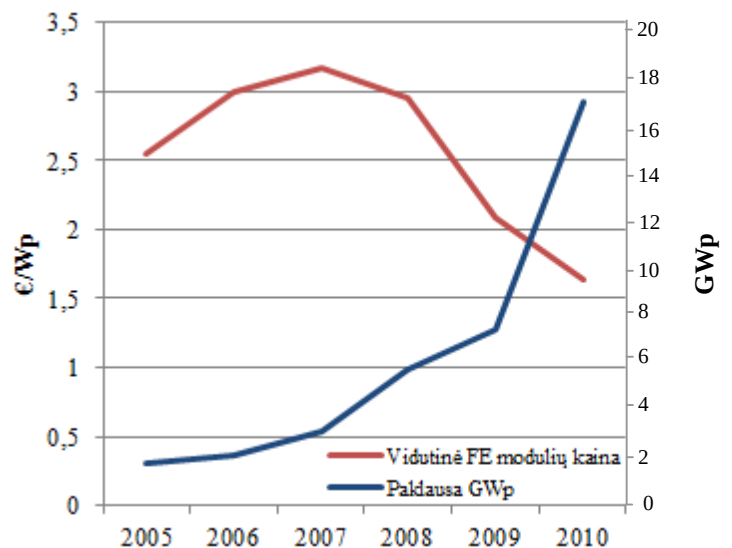
¹⁶ Building Integrated Photovoltaics: BIPV and BAPV: Market Drivers and Challenges, Technology Issues, Competitive Landscape, and Global Market Forecasts. NAVIGANT Research, 2012

- ne vėliau kaip 2020 m. gruodžio 31 d. visi nauji pastatai būtų beveik nulinės energijos pastatai; ir
- po 2018 m. gruodžio 31 d. viešosios valdžios institucijos, užimančios ir valdančios naujus pastatus, užtikrintų, kad tie pastatai būtų beveik nulinės energijos pastatai.

Energijos vartojimo mažinimas ir atsinaujinančių išteklių energijos naudojimas pastatų sektoriuje yra svarbios priemonės, būtinos numatytų tikslų pasiekimui. BIPV yra vienas iš pagrindinių technologinių sprendimų, kuris gali padėti siekti energetinio pastato našumo.

2.2 Fotoelektros rėmimo programos

Kaip ir kitų energetikos pramonės sričių atsiradimui ir augimui, taip ir pasaulinės fotoelektros pramonės plėtrai, gamybinių pajėgumų ir inovacijų diegimui didelį pagreitį suteikė įvairios paramos schemos (įskaitant ir tiesioginę paramą per programas ir fondus), iš kurių ženkiausiai prisidėjo iki šiol tebedominuojantis modelis – kompensavimo tarifai (*angl. Feed-in Tariffs*) (10 pav.). Ekonominis ES valstybėse teikiamos paramos tikslas buvo sukurti stiprius nacionalinius fotoelektros pramonės sektorius. 90 proc. fotoelektrinių jėgainių instaliavimo buvo įgyvendinta per 2005-2010 m. laikotarpį – t.t. beveik visi dabartiniai suminiai fotoelektros pajėgumai buvo instaliuoti per 5 metus. Taigi, kompensavimo tarifo modelis iš tiesų pasiekė savo tikslą ir paskatino daugia-gigavatę paklausą. Tik deja, dėl 40-50 proc. nukritusių fotoelektrinių modulių kainų, ši paramos schema nacionalinių rinkų lygmenyje sukėlė perkaitimą ir daugelyje jau 2012 m. ES šalių kompensavimo tarifai buvo ženkliai sumažinti (kai kur ir atbuline data). Yra kuriamos ir diegiamos naujos, ilgainiui dominuosiančios, rinkos vystymąsi skatinančios priemonės – tokios, kaip elektros generavimas savoms reikmėms, dvipusė apskaita ar fotoelektros pardavimo susitarimai, kurios yra nukreiptos ne į elektros pardavimą, bet į poreikį naudoti pigesnę elektrą.

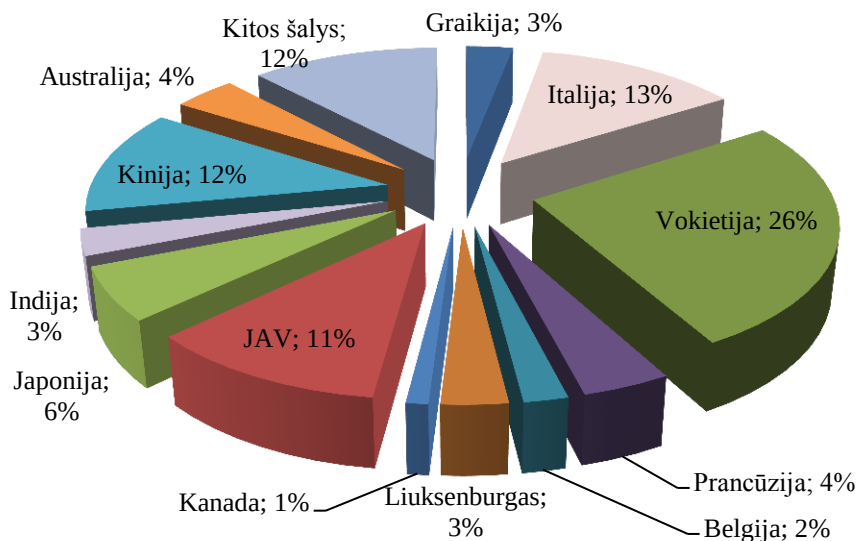


10 pav. Vidutinių fotoelektrinių modulių kainų ir paklausos 2005-2010 m. dinamika. Didėjantys kompensavimo tarifai skatina greitą paklausos augimą. Šaltinis: 26th EU PVSEC, 2011

2.3 Nauji rinkos lyderiai

2012 m. Europos fotoelektros rinkos apimtys sumažėjo: instaliuota galia 2012 m. sudarė 16,5 GW_p palyginus su 2011 m. instaliuotais 22 GW_p ir ji prarado lyderio poziciją ir 2012 m. tesudarė apie 1/2 pasaulinės rinkos vietoje įprastų 3/4 (11 pav.). Pasaulinės rinkos lygis iš esmės išsilaikė dėl augančių

Amerikos ir Azijos rinkų – per metus jose buvo instaliuota šiek tiek virš 30 GW_p.¹⁷ Akivaizdu, kad pasaulinė rinka pereina prie Amerikos ir Azijos regioninių rinkų. Suplanuoti pajėgumai Kinijos (~4,5 GW_p instaliuotų 2012 m.), JAV (3,3 GW_p) ir Japonijos (2,5 GW_p) rinkose įgalins ir tolimesnį šių rinkų augimą. Prognozuojama, ilguoju laikotarpiu globalios fotoelektros rinkos augimas bus labiausiai skatinamas Indijos, Pietų Amerikos ir Afrikos.

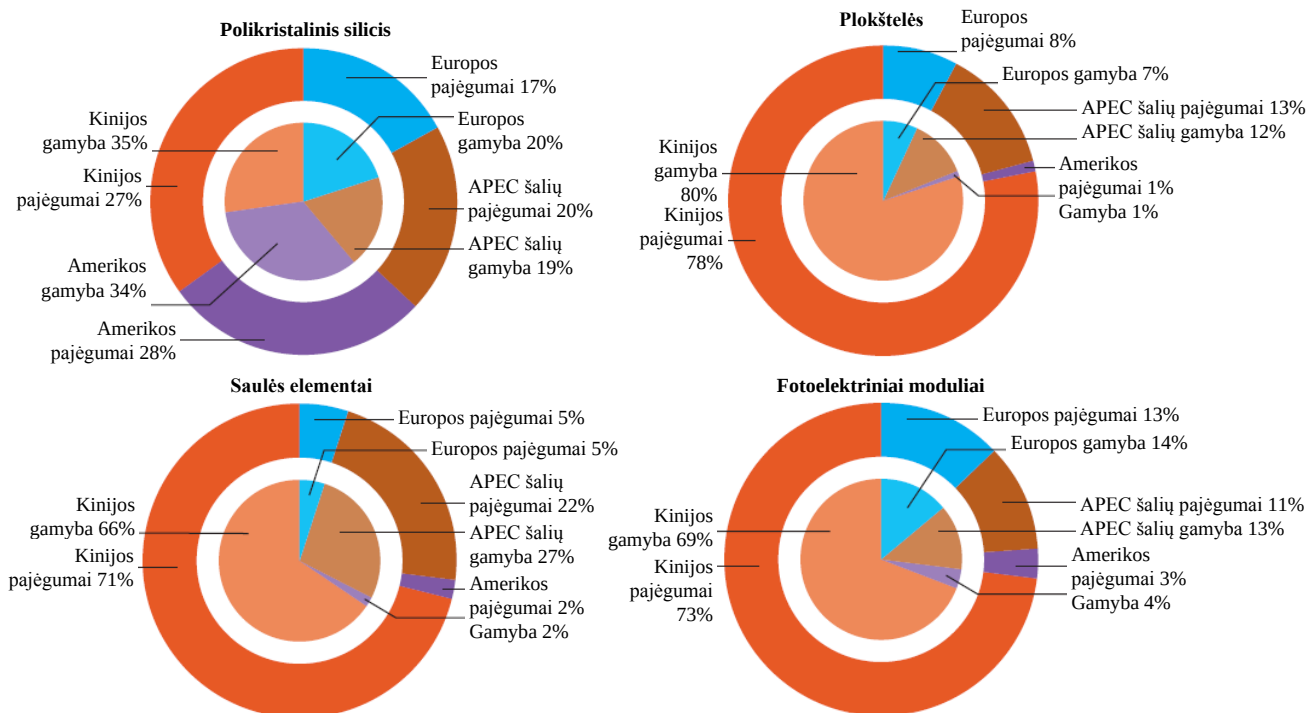


11 pav. Pasaulinė fotoelektros rinka 2012 m.¹⁸

Nors Europoje ir instaliuojami didžiausi fotoelektriniai pajėgumai, tačiau didelė dalis gamybinių pajėgumų jau yra išsikėlę į kitus regionus (12 pav.). Skirtumas tarp regionų yra ženklus. Gamybiniai pajėgumai ir gamybos apimtys šiek tiek priklauso nuo fotoelektrinio produkto tipo ir padėties vertės grandinėje, tačiau visais atvejais Kinija užima lyderio poziciją (ypatingai plokštelės, saulės elementai ir fotoelektriniai moduliai). Polikristalinio silicio gamyboje Europa išliko konkurencinga iki 2012 m., ir metinės gamybos apimtys siekė 17 proc. dalį, o realios gamybos apimtys – 20 proc. Šiuo metu ir šis segmentas Europoje ėmė trauktis, Norvegijos verslui nusprendus parduoti dalį silicio gamybos įmonių. Pažymėtina, kad Lietuvos verslininkai 2013 m. pabaigoje gavo pasiūlymus įsigyti dalį gamybinių pajėgumų; šiuo metu pasiūlymai svarstomi.

¹⁷ EPIA: Global Market Outlook for Photovoltaics 2013-2017 (2013)

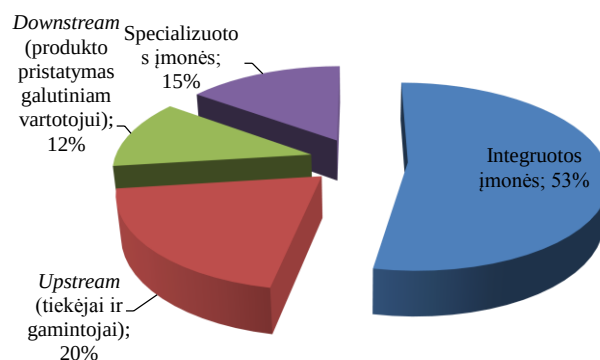
¹⁸ Trends 2013 in Photovoltaic Applications. Survey Report of Selected IEA Countries between 1992 and 2012. Report IEA-PVPS T1-23:2013



12 pav. Regioninis globalios gamybos pasiskirstymas (išorinis ratas) 2012 m. Vidinis skritulys atvaizduoja aktyvios gamybos apimtį. Šaltinis: EPIA, 2013

Fotoelektros pramonė prasidėjo nuo nedidelių įmonių, kurios buvo susitelkusios ties nacionalinėmis rinkomis. Dabar pramonė yra išaugusi iki didelio skaičiaus tarptautinių įmonių, kurios tiekia centralizuotai pagamintą produkciją į įvairias pasaulio šalis. Dėl 2009 m. finansinės krizės ir poreikio sumažinti gamybos kaštus 2010-2012 m. fotoelektros pramonėje vyko konsolidacija – 2013 m. liko apie 150 įmonių iš 2010 m. buvusių 750 (dalis įmonių nebuvo įsigytos, bet bankrutavo).¹⁹

Šiuo metu rinkoje dominuoja vertikalios integruotos įmonės (13 pav.). Tačiau, prognozuojama, ilgainiui ims dominuoti lankstūs, prisitaikantys prie atitinkamų rinkos segmentų, verslo modeliai, kuriuose didelę dalį sudarys ranga ir specializuotos įmonės. Numanoma, kad ateityje fotoelektros pramonė gali įgauti ir panašią struktūrą, kaip kad dabar yra automobilių pramonėje – nedidelis skaičius tarptautinių gamintojų, kurie diferencijuoja savo produktus ir verslo modelius pritaikydami juos skirtingoms nacionalinėms rinkoms priklausomai reguliacinių reikalavimų ir vartotojų poreikių – t.y. globalūs produktų ženklai ir lokali



13 pav. Verslo modeliai dominuojantys fotoelektros rinkoje. Šaltinis: IHS Solar Research, 2012

¹⁹Top-10 Solar Market Predictions for 2013, IHS Solar Research, December 2012

gamyba. Neįmanoma galutinai pasakyti, kuris modelis dominuos ir juo labiau – kurioje šalyje ar regione fotoelektros gamintojams bus geriausia kainos prasme lokalizuoti gamybą. Tokį pasirinkimą įtakos daug veiksnių: skirtingos energijos kainos, žaliavų ir žmogiškųjų išteklių kainos, transportavimo galimybės ir kainos, technologinė pažanga, kuri gali ženkliai sumažinti gamybai skiriamo ploto ir neautomatizuoto darbo poreikį, radikalūs technologijų ir vartotojų poreikių pokyčiai.

Fotoelektros verslo dinamikos dominuojančios ilgalaikės tendencijos²⁰

- Fotoelektros rinka apžvelgiamu laikotarpiu išliks didelė ir stipri, tačiau greitai besikeičianti dėl dabartinės technologinės brandos lygio ir istorinės priklausomybės nuo įvairių skatinimo programų.
- Fotoelektros rinka artėja link elektros tinklo pariteto (*angl. grid parity*) pagrindinių šalių ekonomikose; ypatingai greitas artėjimas yra Europos Sąjungoje.
- Pasaulinėje fotoelektros rinkoje didėja geografinis pasiskirstymas (*angl. defragmentation*).
- Fotoelektros vertės grandinėje vyrauja tiek vertikalios integruotos kompanijos, tiek specifiniuose procesuose besispecializuojančios įmonės. Pastarosios įmonės siekia išlaikyti konkurencinį pranašumą naudodamos specifines technologijas bei procesus, kai tuo tarpu vertikalios integruotos kompanijos siekia pranašumo mažindamos riziką bei taikydamos mastų ekonomiką.

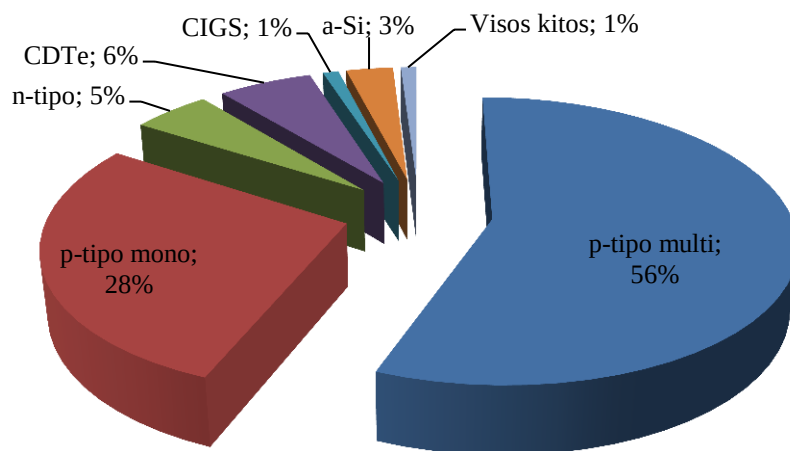
²⁰ Verslo fotoelektros srityje dinamika: integracija ir laisva konkurencija elektros rinkoje (Studija IV). CIRCA Group Europe Ltd., 2013

3 Fotoelektros technologijos ir produktai

Esantis fotoelektros (FE) technologijų paketas (14 pav.) yra solidus pagrindas šio pramonės sektoriaus ateities augimui. Nėra vienintelės technologijos, kuri galėtų patenkinti skirtingus vartotojų poreikius, pradedant mobiliais taikymais ir kasdieninio vartojimo prekėmis, kurioms reikalingi keli vatai galios ir baigiant MW galios fotoelektrinių jėgainių tinkamų elektros tinklo palaikymui. Jeigu dėl naudojamų medžiagų fizikinių apribojimų ar techninių kliūčių tolimesnis kurios nors technologinės krypties vystymasis ar augimas bus suvaržytas, tai esamų technologijų įvairovė užtikrina tolimesnes FE įgyvendinimo galimybes.

Prognozuojama, kad 2020 m. silicio technologijos sudarys mažiausiai 60 proc. dalį visose naudojamose technologijose

Lux Research Inc, 2013



14 pav. Dominuojančios FE technologijos 2013 m. Šaltinis: NPD Solarbuzz®, 2013.

2013 m. pramoninėje gamyboje pasiekti efektyvumai:

mono-Si: 18-19 proc.
multi-Si: 17-18 proc.
n tipo Si: 19 proc.
a-Si: 5-8 proc.
CdTe: 8-10 proc.
CIGS: 10-13 proc.

Tačiau tam, kad FE pramonė galėtų tvariai vystytis nepriklausomai nuo subsidijų, reikalingas dar radikalesnis FE sistemų kaštų sumažėjimas. Fotoelektrinių modulių efektyvumo ir sugeneruotos elektros kiekio didinimas yra pagrindinis tikslas, tačiau tai nėra tiesiog ilgalaikis siekis FE pramonei, tai yra svarbu kiekvienos įmonės lygmenyje, kad galėtų išlikti ir augti dalyvių turinčioje ir labai konkurencingoje FE rinkoje.

Greitas fotoelektrinių modulių kainos kritimas per 2010–2012 m. atkreipė dėmesį į galimybes sumažinti instaliavimo proceso ir balansavimo sistemų komponentų kaštus – taip išplečiant su FE pramone siejamų technologijų, galinčių pagerinti efektyvumą,

patikimumą ir sumažinti kaštus, spektrą. FE pramonės dalyviai, ypač gamintojai, kurie sėkmingai įdiegtų technologijas, garantuojančias energijos konversijos efektyvumo didinimą, bet neženkliai padidintų gamybos kompleksiskumą ir kaštus, laimėtų ženklią rinkos dalį. Nepaisant dabartinių rinkos sąlygų, FE pramonėje išlieka aukštas inovacijų, nukreiptų į generuojamos elektros kainų mažinimą,

lygis. Pritraukto rizikos kapitalo lygis yra pakankamai aukštas, bet investicijos yra išskirtinai nukreiptos į įmones, kurios turi komerciškai gyvybingus technologinius sprendimus ir apgalvotą verslo planą. Dėl to yra labai svarbu atskirti, kada technologijos yra nepagrįstai daug žadančios, o kada jos iš tikrųjų yra komerciškai gyvybingos ir perspektyvios. Taip pat būtina įvertinti tikimybę ar ir kada vystomos technologijos galėtų atsipirkti. Tokiam technologijų vizualizavimui yra labai tinkama Gartnerio technologijų bumo metodika (*angl. Gartner Hype Cycle*), kuri buvo pritaikyta siekiant susisteminti žinias apie fotoelektros technologijas ir parodyti kaip konkrečios fotoelektros ar susijusios technologijos ir jų taikymai vystosi laike ir kada yra tikėtinas jų įdiegimo ir gamybą laikas.

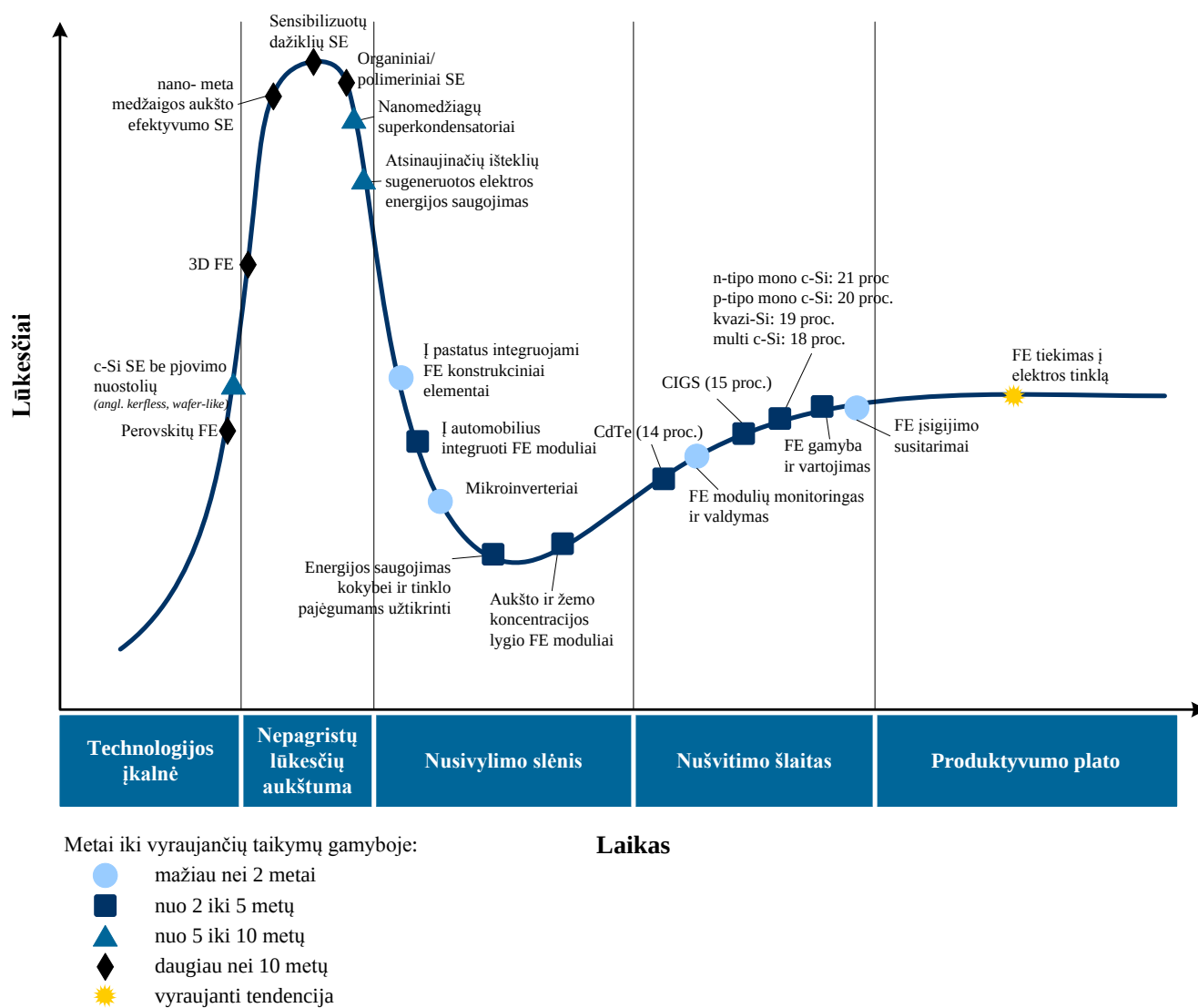
Prognozuojama, kad fotoelektros pramonė iki 2025 m. pritrauks iki 1 trilijono eurų investicijų.

McKinsey 2012

Buvo vertinama visa FE vertės grandinė (nuo žaliavų iki galutinio vartotojo paslaugų modelių), kiekvieną technologiją analizuojant pagal penkias technologinio ciklo fazes:

- *Technologijos įkalnė*: potencialus technologinis persilaužimas, MTTP veiklą ir ankstyvoji koncepcijos patvirtinimo fazė, dažnai dar nėra sukurtų produktų ir komercinis gyvybingumas nėra įrodytas. Kuriasi pirmosios įmonės (*angl. start-ups*).
- *Nepagrįstų lūkesčių aukštuma*: viešojoje erdvėje daug apie tai diskutuojama, pateikiami keli sėkmės pavyzdžiai, sulaukiantys nemažai kritikos. Kai kurios įmonės imasi veiklos šioje srityje, bet dauguma dar ne.
- *Nusivylimo slėnis*: susidomėjimas sklaidosi, nes eksperimentai ir įgyvendinimas neatnešė laukiamų rezultatų. Technologijos vystytojai ir gamintojai apriboja savo veiklą arba bankrutuoja. Investicijos (II-III rizikos kapitalo etapai) tęsiasi tik tuo atveju, jei išlikę gamintojai (< 5proc. potencialios auditorijos) pagerina savo produktus tiek, kad jie tiktų ankstyviesiems technologijų naudotojams (*angl. early adopters*).
- *Nušvitimo šlaitas*: atsiranda daugiau pavyzdžių, kokią naudą technologija gali atnešti įmonei ir tai tampa vis plačiau suvokta. Antros, trečios kartos produktai pasirodo iš technologijų tiekėjų. Daug daugiau įmonių investuoja į pilotinę gamybą, sukuriamos metodikos ir geros praktikos; konservatyvios įmonės išlieka atsagios.
- *Produktyvumo plato*: pradeda darytis vyraujančia technologine tendencija. Platus technologijos tinkamumas ir pritaikymas rinkoje (20-30 proc. potencialios auditorijos jau priėmė inovaciją), kuri rodo aiškią finansinę grąžą.

Fotoelektros ir susijusių technologijų, jų taikymų ir verslo modelių brandos vizualizacija yra pateikiama 15 pav.



15 pav. Fotelektros technologijos: brandos lygis ir vystymasis laike nuo 2013 m.

Detali fotelektros ir susijusių technologijų, jų taikymų ir verslo modelių analizė yra pateikiama žemiau esančiose lentelėse 2–5, suskirstant technologijas pagal likusius metus iki potencialaus įsivyravimo gamyboje ir palyginant kiekvienos iš pateiktų 15 pav. technologijos perspektyvas bei įtaką verslui ir laukiamą naudą.

Lentelė 2: Fotoelektros ir susijusių technologijų, jų taikymų ir verslo modelių prioritetų matrica: daugiau nei 10 metų iki potencialaus įsivyravimo gamyboje

Aprašymas	Pozicija ir vystymasis laike	Įtaka verslui	Brandos lygis	Rinkos skvarba	Potenciali nauda	Gamintojų pavyzdžiai
Perovskitų saulės elementai						
Perovskitais vadinamos medžiagos, kurios yra tam tikros, t.y. perovskito tipo kristalinės struktūros. Tokio tipo medžiagos naudojamos hibridiniuose organiniuose heterosandūriniuose saulės elementuose. Dabartinis pasiekimas efektyvumas 15 proc.	Technologija yra tame etape, kuriame prieš 10 metų buvo organiniai saulės elementai – bandiniai, išimti iš kameros dėl sąveikos su deguonimi ir drėgmės poveikyje išlieka stabilūs tik 1-10 dienų. Taip pat naudojamos medžiagos (švinas) yra toksiškos. Turint žinių ir patirties su organiniais saulės lementais galima tikėtis statesnės mokymosi kreivės, tačiau pirmieji pilotiniai bandymai pramoninėje aplinkoje prasidės ne anksčiau kaip po 3-5 metų.	Tai daug žadanti technologija, nes naudojamos nebrangios, laisvai prieinamos medžiagos, nesudėtingi gamybos procesai ir įranga. Tačiau dar nėra aišku kokiais kaštais galima būtų pasiekti reikiamą efektyvumą pramoninio lygmens gamyboje.	Technologija dar laboratoriniame lygmenyje	-	Aukšta: įgalintų naujų procesų sukūrimą ir pigių medžiagų naudojimą, kas ženkliai sumažintų kaštus įmonei	IMOMEC, University of Oxford, Istituto Italiano di Tecnologia Nanyang Technological University Swiss Federal Institute of Technology, Station
3D fotoelektriniai moduliai						
Įvairūs sprendimai, sukuriantys 3D (ne plokščius) fotoelektrinius modulius, leidžiančius padidinti generuojamos elektros kiekį arba įgalinančius naujus taikymus (į pastatus, automobilius integruojami fotoelektriniai moduliai). Taip pat šie sprendimai dar vadinami į produktus integruojami fotoelektriniai moduliai (angl. PIPV).	Technologija dar koncepcijos kūrimo lygmenyje. Ši technologija nėra susijusi su konkrečiomis medžiagomis, ar žaliavomis, tačiau skirtingos fotoelektros technologijos leidžia įgyvendinti ir skirtingus 3D sprendimus. c-Si 3D moduliai gali atsirasti tuomet, kai saulės elementų plokštelių storis suplonės iki < 100 μm ir jos taps lanksčios.	Įdiegus 3D fotoelektrinių modulių technologiją įmonė turėtų papildomą konkurencinį pranašumą nestandartinių gaminių nišinėse rinkose. Tačiau dar reikalinga sukurti technologinius procesus ir gamybos įrangą, kuri leistų gaminti 3D modulius už konkurencingą kainą.	Tik atsirandanti technologija, kuriami bandomieji prototipai	Mažiau nei 1 proc. potencialios tikslinės grupės	Vidutinė: įgalina palaipsninį esamų produktų pagerinimą	V3Solar, X-Greenpower New Energy (Ningbo) Co., Ltd., Ascent Solar Technologies, Inc., MIT

<i>Aprašymas</i>	<i>Pozicija ir vystymasis laike</i>	<i>Įtaka verslui</i>	<i>Brandos lygis</i>	<i>Rinkos skvarba</i>	<i>Potenciali nauda</i>	<i>Gamintojų pavyzdžiai</i>
Nano- meta medžiagos aukšto efektyvumo saulės elementai						
Nanotechnologijos yra naudojamos siekiant ženkliai padidinti saulės elementų efektyvumą. Pagrindiniai nanostruktūrizuotų medžiagų privalumai yra galimybė keisti jų optines ir elektronines savybes ir taip sumažinti šiluminius nuostolius, padidinti krūvininkų surinkimą, sumažinti paviršiaus atspindį ir/ar savaiminį nusivalymą, padidinti šviesos sugertį naudojant paviršinį plazmoninį rezonansą, sukelti daugia-eksitoninį generavimą ir kt.	Dėl didelio efektyvumo tokie saulės elementai įgalintų naudoti mažesnę jų plotą, tai įgalintų įvairius naujus taikymus produktuose, skirtuose galutiniams vartotojams. Tačiau kol kas, ši technologija yra per brangi ir reikalauja sudėtingų procesų, dažnai aukšto vakuomo bei dideliems plotams reikalingos ilgos laiko sąnaudos – kas nėra suderinama su pramonine gamyba.	Daug žadanti technologija – teorinis efektyvumas siekia ir fotosintezę (99 proc.). O taip pat nanostruktūrizuotų saulės elementų tyrimai ir atitinkami reiškiniai gali būti pritaikomi ir įprastų c-Si, plonasluoksnių, dažiklių ar organinių saulės elementų savybių pagerinimui.	Technologija dar laboratoriniame lygmenyje	Mažiau nei 1 proc. potencialios tikslinės grupės	Aukšta: įgalintų naujų procesų sukūrimą ir pigių medžiagų naudojimą, kas ženkliai sumažintų kaštus įmonei	Helsinki University of Technology, ICFO – The Institute of Photonic Sciences, IMEC, Kaneka
Sensibilizuotų dažiklių saulės elementai						
Sensibilizuotų dažiklių (<i>angl. dye-sensitised, Grätzel</i>) saulės elementai yra priskiriami plonasluoksnių tipui, nebrangūs, pusiau skaidrūs, lankstūs. Kaip aktyvi terpė juose yra naudojami organiniai dažai ir titano oksidas, padengti ant skaidraus laidžiojo paviršiaus. Mažas technologijos jautrumas priemonėms įgalina nesudėtingą gamybą. Taip pat šie saulės elementai mažiau jautrūs (palyginus su c-Si) blogoms apšvietimo sąlygoms.	Dėl mažo svorio galėtų būti naudojami mobiliuose elektros įrenginiuose, o taip pat ir kaip į pastatus integruojami FE. Tačiau šie saulės elementai dar yra tik vystymo etape: nėra pasiekti pakankami efektyvumai (per 5 metus numatoma laboratorijoje pasiekti iki 20 proc.).	Tai daug žadanti technologija, nes naudojamos nebrangios, laisvai prieinamos medžiagos, nesudėtingi gamybos procesai ir įranga. Tačiau dar nėra aišku kokiais kaštais galima būtų pasiekti reikiamą efektyvumą pramoninio lygmens gamyboje.	Tik atsirandanti technologija: pirmosios pramoninės pilotinės linijos, pirmos kartos produktai	Mažiau nei 1 proc. potencialios tikslinės grupės	Aukšta: įgalintų naujo proceso sukūrimą ir pigių medžiagų naudojimą, kas ženkliai sumažintų kaštus įmonei	Šiuo metu pagrindinė įmonė gaminusi šiuos SE (Konarka Technologies) yra bankrutavusi. Dyesol, G24 Innovations, Sharp
Organiniai/polimeriniai saulės elementai						
Organiniai/polimeriniai saulės elementai yra gaminami kaip plėvelė arba jų sluoksniai vienas po kito gali būti užpurškiami tiesiogiai ant reikiamų paviršių (pvz. pastato siena).	Technologija dar ankstyvose vystymosi stadijose – dar daug MTTP veiklų, skirtų laidžių polimerų kūrimui, vyksta universitetuose ir tyrimų institutuose. Nėra pasiekti SE nei reikiamas efektyvumas (4-8 proc.) nei stabilumas.	Išvystyta technologija žada ženklų sugeneruotos elektros kainos sumažinimą, kuris paskatintų dar didesnę FE vartojimą. Taip pat platus organinių/polimerinių saulės elementų naudojimas sukeltų ženklus pokyčius FE technologijų rinkoje, pereinant nuo silicio pagrindu kuriamų SE prie polimerinių.	Tik atsirandanti technologija: pirmosios pramoninės pilotinės linijos, pirmos kartos produktai	Mažiau nei 1 proc. potencialios tikslinės grupės	Transformuoja nti: įgalintų naujus verslo modelius ir sukeltų pokyčius visoje FE pramonėje	New Energy Technologies, MIT, Solarmer Energy, Mitsubishi Chemical, Toshiba

<i>Aprašymas</i>	<i>Pozicija ir vystymasis laike</i>	<i>Įtaka verslui</i>	<i>Brandos lygis</i>	<i>Rinkos skvarba</i>	<i>Potenciali nauda</i>	<i>Gamintojų pavyzdžiai</i>
c-Si SE be pjovimo nuostolių (angl. kerfless, wafer-like)						
Tai toks gamybos procesas, kurio metu su minimaliais nuostoliais iš kristalinio silicio liečio yra pagaminamos labai plonos plokštelės. Įprasto pjaušymo metu yra naudojamas vielinis pjūklas, kuris supjausto lietį plokšteles, o medžiaga, kuri pašalinama kaip nuopjovos yra nebenaudojama. Šiuo metu yra du labiausiai vystomi pjovimo nuostolių metodai: implantavimo ir atskėlimo (angl. <i>implant&cleave</i>) bei atplėšimo nuo pagrindo (angl. <i>stress lift-off</i>).	Technologijos, kurios leistų sumažinti silicio poreikį buvo labai aktualios iki 2008 m., kai susidarė silicio perprodukcija. Tačiau tokia padėtis yra laikina, nes silicis vis tiek sudaro didelę dalį c-Si SE gamintojų kaštų. Plokštelių pjaušymo be nuostolių technologijos turi didelį potencialą ateityje sumažinti kaštus, nes polikristalinio silicio gryninimas ir kristalo auginimas yra labai energijai imlūs procesai, o naudojamo Si kiekio FE moduluose sumažinimas, sumažintų ir sunaudotus energijos kiekius, kas yra svarbu žalios energetikos technologijoms.	Plokštelių be pjovimo nuostolių technologijos per ateinančius 5 metus neturės didelės įtakos verslui. Potencialūs kaštų sutaupymai turi būti įvertinti padidėjusio gamybos proceso sudėtingumo kontekste, tai pat atsižvelgiant ir į galimus išeigos sumažėjimus. Tačiau, jei technologija būtų sėkmingai komercializuota, c-Si FE moduliai taptų palyginamos kainos su plonasluoksniais Si moduliais, o taip pat jų generuojamos elektros kaina priartėtų prie įprastinės. Pagrindinis poveikis būtų didesnis FE pripažinimas ir lėtesnis plonasluoksnų FE technologijų vystymasis.	Tik atsirandanti technologija: pirmosios pramoninės pilotinės linijos, pirmos kartos produktai ir didelė kaina	Mažiau nei 1 proc. potencialios tikslinės grupės	Aukšta: įgalintų naujo proceso sukūrimą, kuris ženkliai sumažintų kaštus įmonei	IMEC, SINTEF, Silicon Genesis

Lentelė 3: Fotoelektros ir susijusių technologijų, jų taikymų ir verslo modelių prioritetų matrica: nuo 5 iki 10 metų iki potencialaus įsivyravimo gamyboje

Aprašymas	Pozicija ir vystymasis laike	Įtaka verslui	Brandos lygis	Rinkos skvarba	Potenciali nauda	Gamintojų pavyzdžiai
Nanomedžiagų superkondensatoriai (angl. supercapacitors ar ultracapacitors)						
Kondensatorius yra pasyvus elektronikos komponentas, kuris sukaupia elektros energiją elektrostatiiniame lauke (ne taip kaip akumuliatoriai, kurie saugo energiją dėka cheminių ryšių). Sukauptos energijos kiekis priklauso nuo paviršiaus ploto, kuris nanomežiagų atveju yra ženkliai didesnis. Palyginus su akumuliatoriais sukauptos energijos kiekiai yra žymiai mažesni, bet superkondensatoriai gali būti daug kartų labai greitai įkrauti ir iškrauti.	Daug MTTP veiklų yra įgyvendinama universitetuose ir tyrimų institutuose ir ši technologija turėtų jau greitai būti komercializuota. Tradiciniai (ne nanomedžiagų) superkondensatoriai jau yra gaminami didelėmis apimtimis, reikalinga pritaikyti gamybos procesus prie naujų medžiagų.	Šios technologijos naudojimas ženkliai įtakotų elektromobilių patrauklumą ir naudojimo patogumą. O tiek keik FE bus susijusi su automobiliu pramone, tiek išsiplės ir ši niša. Taip pat ši technologija paskatins susikurti naujus verslus, susijusius su superkondensatorių ir nanomedžiagų gamyba.	Technologija dar laboratoriniame lygmenyje	Mažiau nei 1 proc. potencialios tikslinės grupės	Aukšta: įgalintų naujo produkto sukūrimą, kuris ženkliai padidintų įmonės konkurencingumą ir pajamas	Hyperion Catalysis International, NEI Corporation
Atsinaujinačių išteklių sugeneruotos elektros energijos saugojimas						
Akumuliatoriai, kaupiantys elektros energiją, yra reikalingi tam, kad laike kintantys ir sezoniški fotoelektros (ar vėjo) elektros kiekiai galėtų būti kaupiami ir naudojami tolygiai, pagal poreikį. FE ir elektros saugojimo integravimui reikalingi ir daug portų turintys inverteriai, kurie turėtų vartotojo sąsają, susijungtų fotoelektrinių modulių masyvą, elektros saugojimo masyvą ir tinklą.	Dauguma iš galimų technologijų dar nėra komercializuotos. Šiuo metu dar vykdoma daug tyrimų siekiant sukurti patikimus (daug ciklų atlaikančias, aukšto efektyvumo) ir konkurencingos kainos elektros saugojimo technologinius sprendimus, kurie būtų suderinami su FE. Toliau dar bus reikalinga sukurti pakankamos apimties pagal FE jėgaines (MW) sistemas.	Elektros saugojimo technologijų ir produktų rinka yra vis labiau auganti, tačiau FE ir elektros saugojimo produktų apjungimo technologiniai sprendimai kol kas dar nėra išdirbti ir nėra patvirtinti jo komercinis gyvybingumas. Planuojamos finansinės paramos programos (Vokietijoje ir JAV jau inicijuotos). Prognozuojama, kad dabartinė nišinė neprijungtų prie tinklo sistemų rinkos dalis išaugs iki mikro-tinklų ir nedidelių FE jėgainių ir ilgainiui iki privačių ir komercinių vartotojų segmentų, panašiai kaip kad plėtėsi FE.	Tik atsirandanti technologija: pirmos ir antros kartos produktai	1-5 proc. potencialios tikslinės grupės	Transformuoja nti: įgalintų naujus verslo modelius ir sukeltų pokyčius FE taikymuose bei instaliavime	SolarCity ir Tesla (kartu su Elon Musk), LG Chem ir IBC Solar, Samsung, Hanwha

<i>Aprašymas</i>	<i>Pozicija ir vystymasis laike</i>	<i>Įtaka verslui</i>	<i>Brandos lygis</i>	<i>Rinkos skvarba</i>	<i>Potenciali nauda</i>	<i>Gamintojų pavyzdžiai</i>
Į automobilius integruoti fotoelektriniai moduliai						
Dažniausiai tai yra saulės elementai įtaisyti į automobilių stogus, kurių generuojama elektros energija naudojama hibridiniuose automobiliuose arba kitiems automobilio elektros prietaisams.	Šią koncepciją jau galima įgyvendinti su esamomis FE technologijomis, tačiau stogo dydžio fotoelektrinis modulis nepagamins pakankamai elektros, jo užtektų tik vidaus oro ventiliatoriui ir dar keliems elektroniniams prietaisams.	Nelabai tikėtina, kad į automobilius integruoti fotoelektriniai moduliai turės didelę įtaką automobilių verslui. Šiuo metu tik plonasluoksniai fotoelektriniai moduliai yra tinkami integravimui į automobilius, bet jie neužtikrina pakankamo sugeneruotos elektros kiekio. Išvysčius organinių medžiagų FE technologijas kaina dar sumažėtų, tačiau išliktų riboto elektros kiekio klausimas. Nėra tikėtina, kad ir labai didelio efektyvumo fotoelektriniai moduliai bus kada nors pakankami, kad pakrautų elektromobilį per vartotojui priimtina laiką. Sėkmingai komercializavus šias technologijas, atsidarytų rinkos niša labai plonų c-Si saulės elementų moduliams, kurie gali būti išlenkiami, plonasluoksniams ir organinių medžiagų moduliams.	Tik atsirandanti technologija: pirmos kartos produktai ir didelė kaina	Mažiau nei 1 proc. potencialios tikslinės grupės	Žema: šiek tiek bus pagerinta vartotojų patirtis tačiau bus gan sudėtinga tai paverti padidintomis pajamomis	Adi, BMW, Toyota

Lentelė 4: Fotoelektros ir susijusių technologijų, jų taikymų ir verslo modelių prioritetų matrica: nuo 2 iki 5 metų iki potencialaus įsivyravimo gamyboje

Aprašymas	Pozicija ir vystymasis laike	Įtaka verslui	Brandos lygis	Rinkos skvarba	Potenciali nauda	Gamintojų pavyzdžiai
Energijos saugojimas kokybei ir tinklo pajėgumams užtikrinti						
Elektros saugojimo sistemoms skirtoms didelės galios taikymams, įskaitant energijos kokybės palaikymą ir nuolatinį elektros tiekimą užtikrinant pakankamus kiekius pagal esamą paklausą, yra reikalingos greitos (reaguojančios sekundžių dalimis) technologijos, tokios kaip superkondensatoriai, smagračiai, garantuojančios sistemos patikimumą. Energijos valdymui (pasiūlos ir paklausos valdymui, apkrovų balansavimui, energijos pakilimų sušvelninimui reikalingos lėtesnės (dienos įsikrovimo-išsikrovimo ciklo) technologijos, tokios kaip kuro celės, NaS, Li jonų akumuliatoriai ir kt.	Energijos saugojimas yra apibrėžtas kaip vienas iš pagrindinių technologinių prioritetų siekiant ES energetikos rinką 2020/2050 priartinti prie mažai anglies naudojančios statuso. Šiuo metu, dar vis nėra aiškos vizijos, kaip kokią rolę ateityje turėtų elektros saugojimas ES elektros tiekimo sistemoje. Reikalinga ES mastu suformuluoti strateginius energijos saugojimo technologijų vystymo planus (2020-2030 m.) Tačiau jau dabar yra matoma, kad vien tik elektros saugojimo funkcionalumas nėra pakankamas, reikalingos ir galios optimizavimo bei reguliavimas paslaugos.	Šios technologijos ženkliai prisidėtų prie išmanaus tinklo koncepcijos įgyvendinimo.	Brėstanti technologija: pirmos-antrios kartos produktai ir dar didelė kaina ir nepakankamas efektyvumas	5 proc. potencialios tikslinės grupės	Vidutinė: įgalina palaipsninį esamų produktų pagerinimą	Amplex Group, Tokyo Electric Power Company, Zhangbei, American Electric Power, UPS system, Xcel, Younicos
Aukšto ir žemo koncentracijos lygio fotoelektriniai moduliai						
Aukštas koncentracijos lygis nuo 100x iki 1000x, naudojami labai maži didelio efektyvumo (30 proc.) daugiasandūriniai saulės elementai ir stipriai koncentruojantys lęšiai ir antriniai optiniai elementai. Labai svarbus kreipimo ir saulės sekimo sistemos tikslumas. Žemas koncentracijos lygis nuo 2x iki 10x., naudojamos įprastos plokščiems moduliams medžiagos, koncentruojama veidrodžių ar lęšių pagalba.	Šiuo metu aukšto koncentracijos lygio technologija yra nišinė ir nelabai konkurencinga kaštų prasme, nes nors ir saulės elementams naudojami nedideli medžiagų kiekiai – kitos dalys, optiniai elementai ir ypač sekimo-kreipimo sistemos sudaro ženkliai dalį. Žemo koncentracijos lygio technologija yra tarpinė tarp aukšto koncentracijos lygio technologijos ir įprastų plokščių modulių. Kai nukrito silicio kaštai ši technologija prarado pirminį susidomėjimą, tačiau šiuo metu yra kuriami stacionarūs (be sekimo-kreipimo sistemų) FE moduliai, kurie jau gali konkuruoti kaštų prasme.	Koncentratorių technologijos neturėtų padaryti didelės įtakos verslui, nes žaliavų kaštų sumažinimą keičia kitų reikalingų komponentų kaštai. Technologija labiau tinkama ypatingai saulėtiems regionams, nes neefektyvi esant išsklaidytai šviesai, o taip pat tinkama ant žemės montuojamoms tinklo lygio FE jėgainėms. Žemo koncentracijos lygio stacionarūs atitinkamo dizaino FE moduliai gali būti naudojami integravimui į pastatus.	Brėstanti technologija: trečios kartos produktai ir dar didelė kaina dėl nepakankamo efektyvumo	Mažiau nei 1 proc. potencialios tikslinės grupės	Vidutinė: įgalina palaipsninį esamų produktų pagerinimą	Isofoton, Sharp, SolFocus, Amonix, Solaria, Zytech Solar, Entech Solar

<i>Aprašymas</i>	<i>Pozicija ir vystymasis laike</i>	<i>Įtaka verslui</i>	<i>Brandos lygis</i>	<i>Rinkos skvarba</i>	<i>Potenciali nauda</i>	<i>Gamintojų pavyzdžiai</i>
Fotoelektros gamyba ir vartojimas						
Gamyba ir vartojimas (<i>angl. Production&Consumption: "Prosumer"</i>), t.y. tiesioginio naudojimo arba savo reikmėms skirtas elektros generavimas, kuris nėra pagrįstas finansine grąža, o energijos taupymas tampa dar aktualesnis.	ES šiuo metu vystosi dviejų tipų gamybos ir vartojimo schemas: - Dvipusė apskaita (<i>angl. Net-Metering</i>), kai ilguoju laikotarpiu (mėnesiai/metai) yra sulyginamas pagamintos fotoelektros perviršis ir elektros poreikis – ir skaitliukas sukasi atgal. Tokia schema užtikrina paprastą apskaitą, o vartotojui sumažina sąskaitas už elektrą. - Savo reikmėms skirtas elektros generavimas (<i>angl. Self-consumption</i>): kai gamintojas-vartotojas sugeneruotą elektrą vartoja realiu laiku.	Tam kad šie fotoelektros generavimo ir naudojimo modeliai galėtų būti įgyvendinami turi būti sureguliuota teisinė aplinka ir užtikrintos teisės naudoti fotoelektrą savo reikmėms ir/ar pardavinėti sugeneruotą elektrą didmeninėje elektros rinkoje, būtų kompensuojami mokesčiai ir perdavimo tinklo kaštai, neturėtų būti papildomų prijungimo prie tinklo etapų, kurie mažintų pajamas, turėtų būti leidžiama sugeneruotą fotoelektros perteklių parduoti mažmeninėje elektros rinkoje. Svarbu atsižvelgti į tai, kad fotoelektros kelias iki pilno konkurencingumo tikrai yra tiek technologiškai, tiek teisiškai kompleksiškas ir reikalinga politinė valia padedanti mažinti dabartinius šios žalos elektros plėtos barjerus.	Besivystantis verslo modelis, ženkliai daugiau dėmesio įgaunantis po to kai 2012 m. buvo pradėti mažinti kompensavimo tarifai	2 proc. potencialios tikslinės grupės	Aukšta: skatina fotoelektros prijungimo prie centralizuoto elektros tinklo plėtrą ir aktyviai siekiamą tinklo paritetą.	<i>Net-Metering:</i> Danija, Olandija, Belgija, Turkija <i>Self-Consumption:</i> Vokietija, Italija, Ispanija, JK
CIGS (15 proc.)						
Vario-indžio-galio-selenido, Cu(In,Ga)Se ₂ , (CIGS) junginiai yra naudojami plonasluoksniuose fotoelektriniuose moduluose, padengiant kelių mikrometrų junginio sluoksnius ant stiklo arba lankstaus paviršiaus. Labai svarbi yra laminavimo proceso kokybė, nes sąveikoje su drėgme degraduoja ir nukrenta modulio efektyvumas. Taip pat kaip alternatyva CIGS yra kuriami vario-cinko-alavo-sulfido, Cu ₂ ZnSnS ₄ , (CZTS) saulės lementai, laboratorijos sąlygomis pasiekti efektyvumai jau viršija 12 proc.	Ši technologija yra naujame vystymosi etape, po to kai silicio pagrindu kuriami plonasluoksniai FE, dėl nukritusios Si kainos, prarado savo pozicijas. Pasiekus 15 proc. efektyvumą, didesnio ploto poreikis tačiau mažesni gamybos kaštai jau leistų konkuruoti FE rinkoje. Ilgalaikėje perspektyvoje numatomas efektyvumas - 20proc.	Tai technologija, kuri potencialiai gali leisti mažiausią sugeneruotus kWh kainą, ypač kad FE moduliai gali būti formuojami ant įvairių (stiklo ar metalo) paviršių. Pagrindinis konkurentas CdTe moduliai.	Bręstanti technologija: antros kartos produktai ir dar didelė kaina dėl nepakankamo efektyvumo	Iki 5 proc. potencialios tikslinės grupės	Aukšta: įgalintų naujų procesų ir produktų sukūrimą, kuris ženkliai padidintų įmonės konkurencingumą ir pajamas	Global Solar Energy, MiaSole, Q-Cells SE, Solyndra

<i>Aprašymas</i>	<i>Pozicija ir vystymasis laike</i>	<i>Įtaka verslui</i>	<i>Brandos lygis</i>	<i>Rinkos skvarba</i>	<i>Potenciali nauda</i>	<i>Gamintojų pavyzdžiai</i>
n-tipo mono c-Si: 21 proc / p-tipo mono c-Si: 20 proc. / kvazi-Si: 19 proc. / multi c-Si: 18 proc.						
Pasiekti efektyvumus didesnius nei 18 proc, numatytus ne viename FE veiksmų ir/ar tyrimų plane, gali padėti pažangių SE technologinių koncepcijų įgyvendinimas: selektyvaus emiterio, kiauro galinio kontakto (<i>angl. wrap-through back-contact</i>), periodiškai persiklojantys galiniai kontaktai (<i>angl. interdigitated rear-junction</i>) perėjimas nuo p-tipo silicio prie n-tipo, galinio paviršiaus pasyvaciniai sluoksniai, jonų implantacija, įvairios struktūros (HIT, PERC, PERL, PERT, dvipusė PERC) ir kt.	Šiuo metu tik dvi pažangios koncepcijos įgyvendintos pramoniniu lygmeniu išlieka HIT saulės elementai (Panasonic/Sanyo's) ir galinio kontakto SE (SunPower). Abi šios kompanijos pasižymi ilgametėmis MTTP veiklomis (nuo 1990 m.). Per paskutiniuosius metus vienintelis procesas plačiai pritaikytas tarp c-Si SE gamintojų buvo priekinio kontakto dviguba šilkografinė metalizacija (<i>angl. front-surface double/screen-printed metallization</i>). Siekiant greitų SE efektyvumo pagerinimo rezultatų pradėjo dominuoti technologijų perkėlimo susitarimai tarp c-Si SE gamintojų ir vedančiųjų FE laboratorijų (IMEC, ENC, Fraunhofer ISE, ISFH ir kt.).	Dar nėra galutinai aišku kiek iš dabar vystomų technologinių koncepcijų siekiančių padidinti c-si SE efektyvumą yra iš tikrųjų gyvybingos pramoninėje gamyboje ir suderinamos arba reikalaujančios minimalių pokyčių fotoelektrinių modulių gamybos procesuose. Tačiau įmonės, kurios siūlys konkurencingus produktus tikrai padidins užimamą rinkos dalį.	Išbandyta technologija, technologijos priėmimas sparčiai vystosi ir vis daugiau įmonių diegia jas į gamybą	Iki 20 proc. potencialios tikslinės grupės	Vidutinė: įgalina palaipsninį esamų procesų pagerinimą	Sanyo, SunPower, Bod Group
CdTe (14 proc.)						
Kadmio telūrido junginiai yra taikomi plonasluoksnių fotoelektrinių modulių gamyboje, padengiant juos 2-3 μm storiu ant stiklo.	Ši technologija yra vystoma, siekiant optimizuoti saulės elementų dydį (keičiant susidarančią varžą ir negyvas zonas) bei sumažinti aktyvios terpės storį iki 1 mikrometro. Pasiektas 14 proc. efektyvumas jau leistu konkuruoti su C-Si, ilgalaikėje perspektyvoje numatomas efektyvumas - 18 proc.	Konkurencinga technologija, tačiau išlieka klausimas ar yra pakankamas telūro kaip žaliavos kiekis ir ar išvysčius gamybą iki GW apimties atsiradusi didelė jo paklausa neužkeltų kainos. Pagrindiniai konkurentai c-Si ir CIGS.	Bręstanti technologija: antros kartos produktai ir dar didelė kaina dėl nepakankamo efektyvumo	5-10 proc. potencialios tikslinės grupės	Aukšta: įgalintų naujų procesų ir produktų sukūrimą, kuris ženkliai padidintų įmonės konkurencingumą ir pajamas	First Solar, GE Energy, Longyan Energy Technology, Solar Systems & Equipments, Willard & Kelsey (WK) Solar

Lentelė 5: Fotoelektros ir susijusių technologijų, jų taikymų ir verslo modelių prioritetų matrica: mažiau nei 2 metai iki potencialaus įsivyravimo gamyboje

Aprašymas	Pozicija ir vystymasis laike	Įtaka verslui	Brandos lygis	Rinkos skvarba	Potenciali nauda	Gamintojų pavyzdžiai
I pastatus integruojami fotoelektriniai konstrukciniai elementai						
I pastatus integruojami fotoelektriniai moduliai (<i>angl. BIPV</i>) arba (kas yra žingsnis pirmyn) konstrukciniai elementai yra specialaus estetiško dizaino moduliai, kurie papildo pastato architektūros koncepciją, o taip pat apjungia ekonominę ir aplinkosauginę naudą, gaunamą iš elektros generavimo. Tokio tipo specializuoti moduliai yra naujai atsirandanti rinkos niša. Tik dabar rengiami standartai ir sertifikavimo procedūros.	Pirmosios kartos į pastatus integruotų FE modulių produktai – daugiausia skirti stogo dengimui – jau yra prieinami rinkoje. Jie įsikomponuoja į bendrą pastato vaizdą žymiai geriau nei kaip įprastai ant stogo sustatyti FE moduliai. Daugelyje šalių FE rėmimo programos yra nukreiptos skatinti į pastatus integruojamų FE instaliavimą. Didžiausias stabdis šios rinkos nišos plėtrai – sunkiai vykstantis dialogas tarp statybų ir FE pramonės sektorių aktyviai tarpininkaujant architektams.	Ši technologija, dėl specializuotų ir vis kintančių dizaino reikalavimų daugiausiai įtakos nelabai didelius gamintojus, kurie turės strateginius susitarimus su architektūros įmonėmis ir statybinių medžiagų tiekėjais.	Bręstanti technologija: antros kartos produktai ir didelė kaina	Iki 5 proc. potencialios tikslinės grupės	Aukšta: įgalintų naujų procesų ir produktų sukūrimą, kuris ženkliai padidintų įmonės konkurencingumą ir pajamas	Ecotemis, ViaSolis, OnyxSolar, Suntech, Yingli Green Energ
Mikroinverteriai						
Mikroinverteris yra mažas inverteris, sukurtas taip, kad jį būtų galima individualiai pritvirtinti prie atskiro FE modulio (ne taip kaip įprasti centralizuoti inverteriai, kurie valdo viso FE modulių masyvo elektros išeigą). Pirminė mikroinverterio funkcija DC/AC keitiklis, tačiau jis atlieka ir papildomas – galios optimizavimo, monitoringo ir saugumo funkcijas.	Tai gana nauja technologija, kurios naudojimas su FE yra labiau paplitęs JAV nei ES. Potencialiai ši technologija gali sumažinti kaštus ir laiką, reikalingos FE modulių instaliavimui, o taip pat dėl individualaus FE modulių valdymo gali sumažinti nuostolius ir padidinti sugeneruotą elektros kiekį.	AC FE modulių pristatymas į rinką dėl mažesnių instaliavimo kaštų labiausiai įtakotų privačių naudotojų ir mažos galios komercinių FE sistemų rinkos segmentus. Ženkliai padidėtų tokio tipo sistemų generuojami elektros kiekiai, nes dėl nedidelio ploto ir jautrumo šėšėliavimui, individualus FE modulio galios optimizavimas duotų santykinai didelę naudą. Didelė mikroinverterio kaina, lyginant su centralizuotais inverteriais, mažina šios technologijos galimybes būti pritaikytai didelėse jėgainėse. Mikroinverterius kuria specializuotos įmonės, nekuriančios inverterių, tarp jų konkurencija vis augs.	Bręstanti technologija: antros kartos produktai ir didelė kaina	Mažiau nei 1 proc. potencialios tikslinės grupės	Vidutinė: įgalina palaipsninį esamų procesų pagerinimą.	SolarBridge Technologies, Tigo Energy, Enescys

<i>Aprašymas</i>	<i>Pozicija ir vystymasis laike</i>	<i>Įtaka verslui</i>	<i>Brandos lygis</i>	<i>Rinkos skvarba</i>	<i>Potenciali nauda</i>	<i>Gamintojų pavyzdžiai</i>
Fotoelektrinių modulių monitoringas ir valdymas						
Fotoelektrinių modulių monitoringas ir valdymas – tai konkrečioje vietoje esančios FE įgaidės darbo ir rezultatų stebėjimas, galios optimizavimas ir valdymas gaisro ar kt. atvejais.	FE įgaidių savininkai vis labiau rūpinasi FE sistemos išeiga ar sistema veikia optimaliai bei nori matyti jos veikimą atskiro FE modulio lygmenyje. Monitoringo sistemų kaštai mažėja dėl perimamų technologijų iš kitų sričių – bevielės ryšys, duomenų perdavimo protokolai.	Monitoringo sistema leidžia pamatyti neveikiančias ar ne optimaliai veikiančias sistemos dalis ir jas pataisyti per įmanomai trumpiausią laiką. Taip pat trečių šalių atliekamas stebėjimas leidžia skaidriai naudoti paramos schemas. Pagrindiniai konkurentai yra DC/DC keitikliai ir mikroinverteriai, kuriuose yra web vartotojo sąsaja pagrįstas stebėjimas.	Įsivyraujanti technologija	Iki 20 proc. potencialios tikslinės grupės	Vidutinė: įgalina palaipsninį esamų procesų pagerinimą	Energy Recommence, Solarcare, Saulės energija
Fotoelektros įsigijimo susitarimai						
Fotoelektros įsigijimo susitarimai (<i>angl. solar power purchase agreement</i>) yra susitarimai (10-25 metų trukmės), kurių pagrindu komunalinis sektorius, įmonės ar privatus vartotojai iš trečios šalies perka elektrą, kuri yra sugeneruota FE sistemų. Pagrindinis dalykas, kad yra teikiamas pilnas paslaugų paketas – FE sistemos finansavimo, modeliavimo, instaliavimo ir priežiūros – galutinis vartotojas tik įsigyja elektrą.	Ši paslauga leidžia galutiniam vartotojui pašalinti didelės pradinės investicijos barjerą ir sumažinti rizikas, tai viena iš nemažų FE rinkos plėtros paskatų (ypač JAV). ES dėl nemažo kompensacinio tarifo labiau apsimokėjo sugeneruotą elektrą parduoti į tinklą, tačiau ši situacija jau pasikeitusi ir nauji verslo modeliai kaip tik kuriasi. Svarbu tai, kaip greitai, kokiais kaštais ir apimtimis bus galima pritraukti finansavimą FE projektams.	Ši verslo modelis gali paskatinti rinkos persitvarkymą nukreipiant ją labiau į paslaugų teikimą. Tai perkels dabartinį susikonsultavimą nuo FE modulių efektyvumo prie elektros kainos priklausančios nuo visos sistemos, atsipirkimo ir garantijų.	Plintantis verslo modelis, vertės grandinė pasipildo naujais nariais ir vis daugiau įmonių teikiančių tokias paslaugas	Iki 5 proc. potencialios tikslinės grupės	Vidutinė: įgalina palaipsninį esamų procesų pagerinimą	Renewable Ventures, Solar Power Partners, SolarCity, SunEdison
Fotoelektros tiekimas į elektros tinklą						
Jau nemažai ES šalių, Japonija, Indija ir JAV peržengė fotoelektros generavimo GW per metus apimtį.	Augančios elektros kainos ir susirūpinimas dėl klimato kaitos skatina pramonės ir privačių vartotojų domėjimąsi atsinaujinančiais energijos šaltiniais, tačiau aukšta instaliavimo kaina išlieka pagrindine kliūtimi ir mažina rinkos skvarbą. Sumenkusios FE rėmimo programos taip pat pristabdė jos plėtrą.	Ši verslo modelis įtakoja elektros tiekimo, paskirstyto generavimo ir mažmeninę (ilgainiui ir didmeninę) elektros rinką bei joje veikiančių įmonių konkurencingumą.	Plintantis verslo modelis, vertės grandinė pasipildo naujais nariais ir vis daugiau įmonių užsiimančių šia veikla	Iki 15 proc. potencialios tikslinės grupės	Vidutinė: įgalina palaipsninį esamų procesų pagerinimą ir kainos mažėjimą	BP Solar, Evergreen Solar, First Solar, Schott Solar

Pagrindinės dominuojančios fotoelektros technologijų²¹ ir produktų²² ilgalaikės tendencijos

- Kristalinio silicio (c-Si) fotoelektros technologija šiuo metu yra ir numatomoje ateityje išliks dominuojančia. Tačiau, ilgainiui c-Si technologijos dalis bendrame technologijų pakete augs lėčiau lyginant su kitomis.
- Technologinės inovacijos yra pagrindiniai veiksniai lemiantys kaštų mažėjimą visuose fotoelektros vertės grandinės dalyse.
- Dabartinės technologijos funkcionuoja ir funkcionuos ateityje kartu su naujos kartos technologijomis bei atsirandančiomis naujomis technologinėmis koncepcijomis.
- Nepakankamai išvystytos energijos kaupimo technologijos yra pagrindinis trukdis kintančių atsinaujinančios energijos šaltinių (tokių kaip vėjo ar saulės energija) sugeneruotos energijos perdavimui į elektros tinklus sistemą ir šios energetikos sistemos perėjimui prie mažesnio anglies naudojimo.
- Nepaisant pastarųjų metų fotoelektros rinkos sulėtėjimo, šiam pramonės sektoriui yra prognozuojamas tolesnis nuolatinis augimas, skatinamas fotoelektros produktų kainos mažėjimo pagal numatytą mokymosi kreivę (*angl. learning curve*).
- Labiausiai pažengusiuose ES rinkose segmentuose prognozuojamas staigus nišinių produktų (tokių kaip ant pastatų montuojami (*angl. BAPV*) ir į pastatus integruojami (*angl. BIPV*) fotoelektriniai moduliai) pardavimų augimas, kai tuo tarpu atogrąžų juostos (*angl. Sun Belt*) šalyse daugiausiai bus instaliuojami įprastiniai fotoelektriniai moduliai. Dėl to ES gamintojams reikėtų daugiau dėmesio skirti naujiems BAPV bei BIPV produktams.
- Mažai tikėtina, kad prognozuojamu laikotarpiu konkuruojančių technologijų produktai išstums iš rinkos kristalinio silicio technologijų produktus. Tačiau plonasluoksniai bei koncentriniai fotoelektriniai moduliai gali žymiai pakeisti dabartinį produktų pasiskirstymą ypatingai augančiose *Sun Belt* šalių rinkose.
- Produktų su integruotais fotoelektros sprendimais tiek išsivysčiusių, tiek ir besivystančių rinkų augimas labai priklauso nuo papildančių technologijų ir ypatingai nuo konkurencingų (kainos požiūriu) elektros saugojimo technologijų ir jų produktų.
- Rinkose, kuriose fotoelektros skvarba į elektros tinklą yra didelė, elektros perdavimo tinklo veiklos stabilumo klausimai yra vieni iš svarbiausių ir gali būti sprendžiami apjungiant visus kintančius atsinaujinančios energijos išteklius (pavyzdžiui saulės ir vėjo), įrengiant lokalias elektros saugyklas bei įdiegiant išmaniojo tinklo įgalinamus tinklo veikimo valdymo sprendimus. Situacijoje, kai besivystančiose *Sun Belt* šalyse elektros perdavimo tinklas yra silpnai išplėtotas ar ir visai nesantis, fotoelektros naudojimas tiesiogiai priklauso nuo galimybės FE naudoti su kitais nutolusio elektros generavimo ištekliais arba nuo elektros saugojimo pajėgumų.

²¹ Fotoelektros pramonės dabartinių ir naujos kartos technologijų apžvalga (Studija II). CIRCA Group Europe Ltd., 2013

²² Dabartiniai ir perspektyviniai fotoelektros taikymai bei iššūkiai pramonei (Studija III). CIRCA Group Europe Ltd., 2013

4 Fotoelektros sektorius Lietuvoje

4.1 Trumpa Lietuvos fotoelektros sektoriaus susikūrimo ir plėtros istorija

Lietuvoje kryptingas darbas fotoelektros technologijų srityje prasidėjo 1991 m. Puslaidininkių fizikos instituto (dabar Fizinių ir technologijos mokslų centras), UAB „Saulės energija“ bei tuo metu vykdžiusios veiklą mikroschemų gamyklos „Nuklono“ iniciatyva. 1991–1994 m. buvo sukurtos pirmosios lietuviškos saulės elementų gamybos technologijos, pagaminti pirmieji plataus vartojimo gaminių pavyzdžiai ir dalis saulės elementų eksportuota. Po „Nuklono“ gamyklos bankroto 1994-aisiais iki 2001 m. fotoelektros sektoriaus Lietuvoje praktiškai nebuvo, tačiau buvo kuriamas bendrasis medžiagotyros žinių (*angl. know-how*) potencialas, kuris buvo naudojamas kituose pramonės sektoriuose. Nuo 2002 m. kartu su 5-osios Bendrosios programos projekto FIRST STEP²³ įgyvendinimu prasidėjo ir naujas fotoelektros sektoriaus vystymosi etapas. Šis projektas, kurio metu buvo susisteminta turima mokslinė kompetencija aktuali fotoelektros technologijų vystymui bei užmegzti tarptautiniai ryšiai, iš tiesų tapo pirmuoju žingsniu ir pagrindu tolimesniems moksliniams projektams ir verslo idėjoms. Per 2004–2008 m. buvo įgyvendinta daugiau nei 7 tarptautiniai ir nacionaliniai mokslinių tyrimų projektai. 2006 m. buvo įkurta nacionalinė Fotoelektros technologijų platforma,²⁴ atitinkanti analogišką ES platformą. Vienas iš platformos steigimo tikslų buvo jos pagalba įsijungti į ES inovacinę ir ūkinę erdvę, skatinti Lietuvos kuriamų fotoelektros technologijų konkurencingumą bei kelti kompetencijų ir užimtumo lygį. 2008 m. buvo sukurtas Fotoelektros technologijų klasteris (FTK), kurio pagrindinis tikslas – mobilizuoti esamą mokslinių tyrimų ir technologinės plėtros (MTTP) potencialą šio pasaulyje greitai augančio verslo plėtrai Lietuvoje, 2009 m. buvo įkurta Fotoelektros technologijų ir verslo asociacija, kurios pagrindinis tikslas atstovauti fotoelektros verslo interesus Lietuvoje ir užsienyje. 2008 m. buvo žengtas dar vienas žingsnis – FTK narių buvo inicijuota fotoelektros technologijų laboratorijų ir fotoelektros produktų (saulės elementų ir fotoelektrinių modulių) gamyklų statyba bei įrengimas. Dėka šios nuoseklios ir kryptingos veiklos nuo 2012 m. Lietuvos fotoelektros sektorius atsirado globaliame fotoelektros rinkos žemėlapyje.

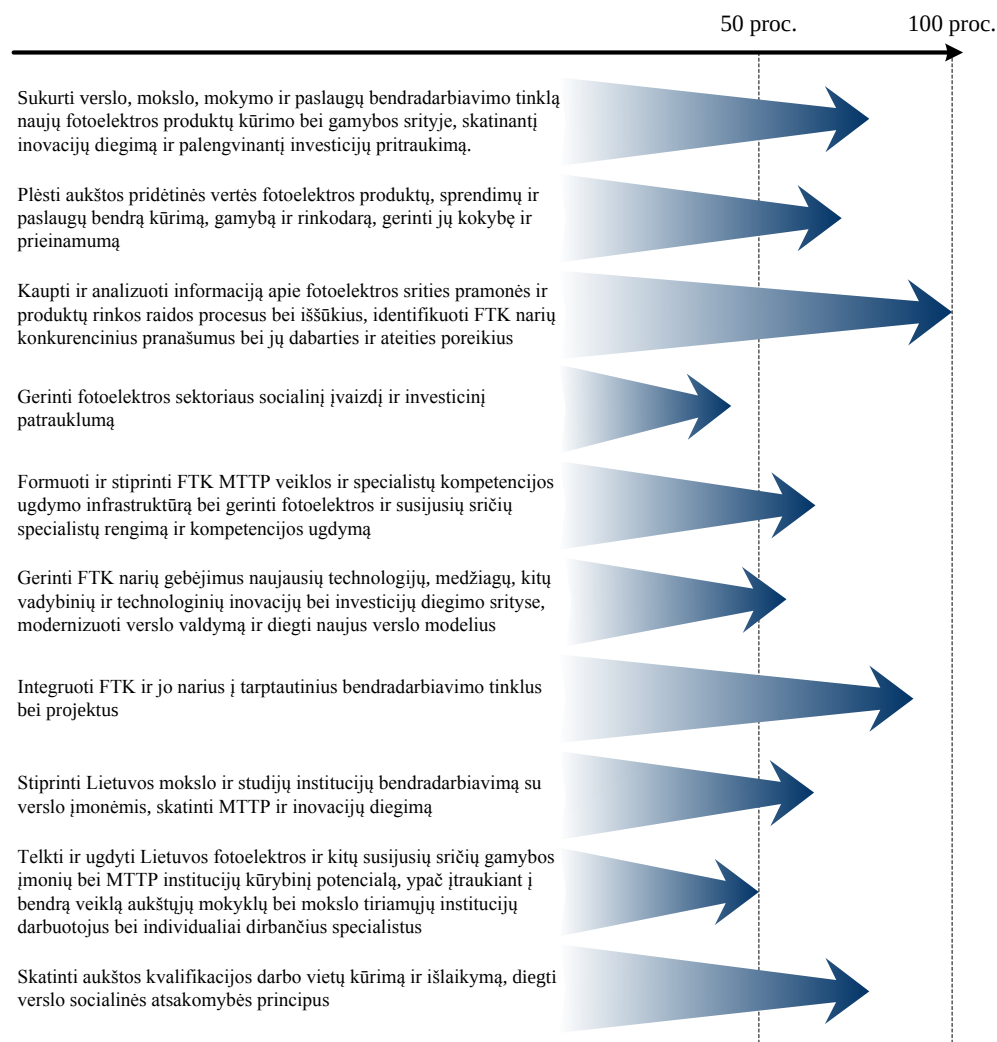
4.2 Lietuvos Fotoelektros technologijų klasteris

Fotoelektros technologijų klasteris (FTK) buvo įkurtas 2008 m. vasario 21 d. siekiant suvienyti Lietuvos fotoelektros technologijų srities subjektus ir sukurti sistemines prielaidas klasterio narių ir viso fotoelektros (FE) pramonės sektoriaus tarptautiniam konkurencingumui bei verslo plėtrai ekonominės globalizacijos sąlygomis užtikrinimui. Pagrindinis FTK tikslas – didinti narių bei visos Lietuvos fotoelektros technologijų srities kuriamą pridėtinę vertę bei įmonių konkurencingumą integruojant šį aukštųjų technologijų verslą į pasaulinę fotoelektros pridėtinės vertės kūrimo grandinę.

Šiam ambicingam tikslui pasiekti FTK nariai iškėlė ir įgyvendina labai įvairiapusius uždavinius, kurių palyginamoji įgyvendinimo efektyvumo vizualizacija yra pateikiama 16 pav.

²³ FIRST STEP: Self formation research toward stairway to excellence in photovoltaics. 5BP, Sutarties nr. NNE5/2002/5 (2002–2004)

²⁴<http://pvlt.protechnology.lt/>



16 pav. FTK uždaviniai ir jų įgyvendinimo santykinis efektyvumas

FTK vykdo dvi pagrindines veiklų sritis iškeltų uždavinių įgyvendinimui:

1. Veiklos, susijusios su fotoelektros mokslo ir pramonės sektoriaus vystymu ir plėtra:

- Pirmos kartos (t.y. kristalinio silicio) fotoelektros technologijų kūrimas, vystymas ir diegimas apimant visus vertės kūrimo etapus: saulės elementų (SE) gamybai tinkamo polikristalinio silicio (Si) ekonomiškų ir ekologiškai švarios gamybos technologijos; silicio SE naujos gamybos technologijos ir technologiniai procesai; fotoelektrinių modulių gamyba ir instaliavimas bei fotoelektrinių modulių instaliavimui reikalingų mechaninių sistemų gamyba.
- Naujos kartos SE gamybos technologijų kūrimas, vystymas ir diegimas. Fundamentiniai ir taikomieji tyrimai, skirti naujų medžiagų naujos kartos SE kūrimui.
- Fotoelektros energijos kaupimo ir atidavimo į bendruosius elektros tinklus elektronikos vystymas ir gamyba.

- Energiją tausojančių ir generuojančių pastatų projektavimas ir statyba.
 - Novatoriški fotoelektros produktų taikymai.
 - Disciplinų apie FE technologijas įvedimas ir dėstymas aukštosiose mokyklose.
 - Prekyba fotoelektros technologijų komponentais ir galutiniais produktais.
 - Fotoelektros technologijų populiarinimas visuomenėje.
2. Veiklos, susijusios su įvairių pramonės sektorių plėtros sritimis, kuriose gali būti pritaikomi su fotoelektra siejamų MTTP veiklų rezultatai ir pasiekimai:
- Pasyvaus namo bei energiją gaminančių ir tausojančių namų koncepcijos realizavimas.
 - Nauji lazerinio mikroapdirbimo taikymai.
 - Stiklo laminavimo procesų pritaikymas į pastatus integruojamų fotoelektrinių modulių gamyboje;
 - Zolių-gelių ir aerogelių naujų taikymų statybos pramonėje tyrimai.
 - Tyrimai, susiję su anglies aerogelių taikymais superkondensatoriams skirtuose elektrolituose.

Pagrindiniai FTK 2008-2013 m. veiklos rezultatai:

- Įkūrus FTK jį sudarė 17 narių, tačiau į klasterį nuolat jungiasi nauji nariai. Šiuo metu FTK vienija 32 narius: 4 valstybines ir 1 nevalstybinę mokslo instituciją, 2 užsienio ir 22 Lietuvos fotoelektros technologijų verslo subjektus bei 1 privatų asmenį ir 2 viešąsias įstaigas, kurių viena – klasterio koordinatorius.



- Nuo 2009 m. FTK, atstovaujamas VšĮ „Perspektyvinių technologijų taikomųjų tyrimų institutas“, yra Europos fotoelektros pramonės asociacijos (EPIA), vienijančios ES fotoelektros verslo atstovus, narys aktyviai įsijungęs į „Tvarumo“ ir „Komunikacijų“ darbo grupes.
- Nuo 2009 m. FTK yra atstovaujamas Europos Fotoelektros platformos „Miror“ grupės posėdžiuose, kuriuose yra aktualiai pristatomi fotoelektros sektoriaus situacija Lietuvoje, šalyje fotoelektros tematika vykdomos MTTP veiklos ir projektai.

- Užmegzti perspektyvūs dalykiniai ryšiai su didelę įtaką Fotoelektros versle turinčiomis įmonėmis: Roth&Rau AG, Vokietija (saulės elementų gamybos įrangos gamintojai); Centrotherm photovoltaics AG, Vokietija (įmonių grupė, veikianti skėtiniu principu ir jungianti vertės kūrimo grandinės įmones nuo silicio žaliavos ir silicio plokštelių gamintojų iki saulės elementų modulių gamintojų ir instaliuotojų); SolarPVGLOBE, Belgija (įmonė, siūlanti alternatyviosios energetikos sprendimus); Applied Materials Inc., JAV (viena iš nanogamybos technologijų lyderių, šiuo metu siūlanti rinkai plonasluoksnio silicio gamybos technologinius sprendimus); 3S Swiss Solar Systems AG, Šveicarija (saulės modulių gamybinių linijų gamyba); Singulus Technologies AG, Vokietija (saulės elementų gamybinių linijų gamyba); Ed. Zublin AG, Vokietija (statybų bendrovė); Katalonijos Energijos tyrimų institutas, Ispanija (Catalonia Institute for Energy Research – IREC); SOLSOL GmbH, Vokietija; Soluxtec Ltd., Liuksemburgas; InnoLas Systems GmbH, Vokietija (lazerinių apdirbimo sistemų gamintoja); HALM, Vokietija (matavimai ir jų prietaisai fotoelektros technologijoms); PILLAR Ltd., JK (kvazi-mono silicio gamyba) ir kt.
- FTK narių inicijuoti ir įgyvendinami MTTP projektai fotoelektros technologijų ir produktų vystymo srityje yra pateikiami lentelėje 6:

Lentelė 6. FTK narių inicijuoti ir įgyvendinami MTTP projektai

<i>Projekto pavadinimas</i>	<i>Trukmė, metai</i>	<i>Biudžetas, Lt</i>	<i>Projekto partneriai</i>
SOLGAIN: Naujo dizaino, konkurencingas stacionarus mažo koncentracijos laipsnio fotoelektrinis modulis	2012–2014	5,5 mln.	UAB „Modernios E-Technologijos“, LT (koordinatorius) UAB „Precizika-MET SC“, LT Architectural Solar Limited, UK Inphotech SP zoo, PL UAB „Saulės energija“, LT Centro internazionale della fotonica per energija, IT VŠĮ „Perspektyvinių technologijų taikomųjų tyrimų institutas“, LT Acondicionamiento Tarsense Asociacion, ES
SMART-FLeX: Išmanių ir daugiafunkcinių fotoelektrinių konstrukcinių pastatų elementų lanksčios gamybos demonstravimas pramoniniame lygmenyje (7BP bendradarbiavimo projektas Sutarties nr. ENER/FP7/322449/SMART-FLEX)	2013–2016	16,5 mln.	VŠĮ „Perspektyvinių technologijų taikomųjų tyrimų institutas“, LT (koordinatorius) UAB „Via Solis“, LT Mondragon Assembly Sociedad Cooperativa, ES UAB „GLASSBEL EU“, LT

<i>Projekto pavadinimas</i>	<i>Trukmė, metai</i>	<i>Biudžetas, Lt</i>	<i>Projekto partneriai</i>
			Creative Amadeo GmbH, DE SUNBEAM GmbH, DE Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana, CH PI Photovoltaik-Institut Berlin AG, DE
SOLARROK: Fotoelektros technologijų klasterių plėtra ir septynių regionų strateginių žiniomis pagrįstos regioninės inovacijos veiksmų planų įgyvendinimo priemonės (7BP koordinavimo ir paramos veiksmų projektas, Sutarties nr. 320028)	2012–2015	10,3 mln.	Solar Valley GmbH, DE (koordinatorius) VDI/VDE Innovation+Tech GmbH, DE Stichting Energieonderzoek Centrum Nederland, NL Interuniversitair Micro-electronica Centrum VZW, BE Commissariat A L Energie Atomique et aux Energies Alternatives, FR SM Amenag Promo Parc Techn Bourget LAC/SYPARTEC Savoie Technolac, FR Zdruzenje Slovenske Fotovoltaicne Industrihe (ZSFI) Gospodarsko Interesno zdruzenje, SI Univerza v Ljubljani, SI Fundacion Moderna, ES Undacion Cener-Ciemat, ES Cominidad Foral de Navarra – Gobierno de Navarra, ES Technikum Wien GmbH, AU PROJEKTKompetenz.eu OG, AU VŠĮ „Perspektyvinių technologijų taikomųjų tyrimų institutas“, LT Stiftelsen Sintef, NO
PERC saulės elemento gamybos technologijos sukūrimo projektas	2013–2015 (I etapas) 2014–2017 (II etapas)	Konfidenciali informacija	Singulus Technologies AG, DE (koordinatorius) VŠĮ „Perspektyvinių technologijų taikomųjų

Projekto pavadinimas	Trukmė, metai	Biudžetas, Lt	Projekto partneriai
			tyrimų institutas“, LT UAB „Baltic Solar Energy“, LT UAB „Baltic Solar Solutions“, LT UAB „Altechna R&D“, LT UAB „Precizika-MET SC“, LT UAB „Precizikos lazerinės sistemos“, LT

- FTK narių inicijuoti, įgyvendinti ir įgyvendinami fotoelektros produktų gamybos, tyrimų ir testavimo infrastruktūros vystymo projektai yra pateikiami lentelėje 7:

Lentelė 7. FTK narių inicijuoti, įgyvendinti ir įgyvendinami infrastruktūros vystymo projektai

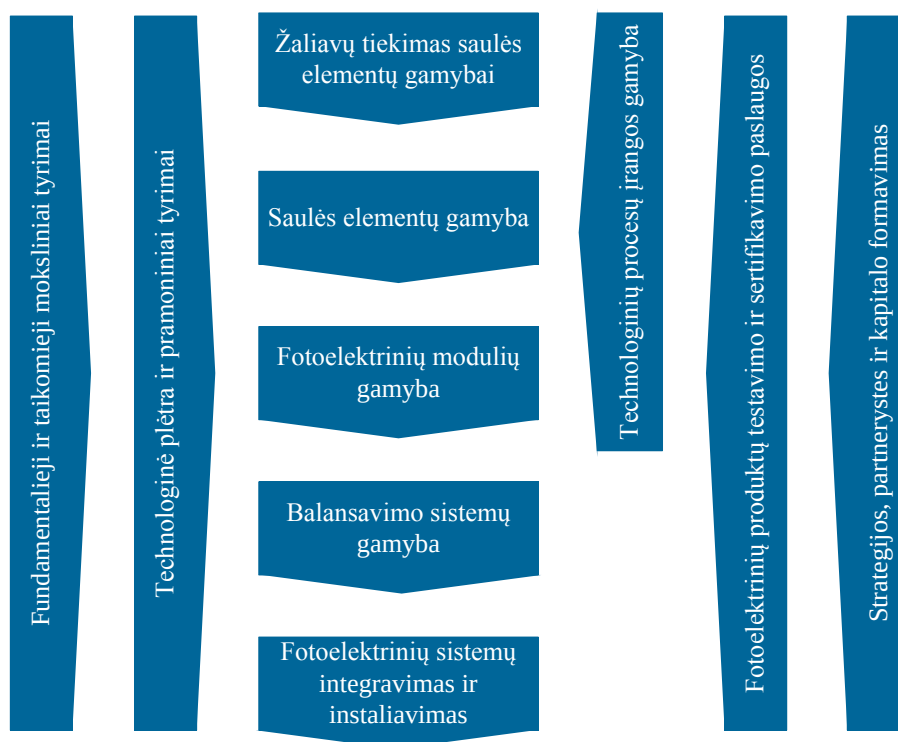
Projekto pavadinimas	Trukmė, metai	Biudžetas, Lt	Projekto vykdytojas
Industrinė fotoelektros laboratorija (SELAB)“ Intelektas LT+, Nr. VP2-1.3-ŪM-03-K-01-028	2008–2010	6 mln.	UAB „Precizika-MET SC“
			
Industrinė technologinė linija naujos kartos saulės elementų modulių gamybai (MODLINE)“ Lyderis LT, Nr. VP2-2.1-ŪM-01-K-02-109	2010–2011	16 mln.	MG AB “Precizika”

Projekto pavadinimas	Trukmė, metai	Biudžetas, Lt	Projekto vykdytojas
			
Fotoelektros technologijų klasterio atviros prieigos MTTP infrastruktūra (PVPLIUS), Inoklaster LT+, Nr. VP2-1.4-ŪM-02-K-01-001	2010–2014	17 mln.	VšĮ „Perspektyvinių technologijų taikomųjų tyrimų institutas“
Fotoelektros technologijų klasterio atviros prieigos MTTP infrastruktūros plėtra (PVPLIUS+), Inoklaster LT+, Nr. VP2-1.4-ŪM-02-K-02-006	2013–2014	7,5 mln.	VšĮ „Perspektyvinių technologijų taikomųjų tyrimų institutas“
			
UAB „Baltic Solar Solutions“ gamybos efektyvumo didinimo, medžiagų ir technologijų tyrimo, sukuriant MTTP infrastruktūrą fotoelektros srityje, projektas, Intelektas LT+, Nr. VP2-1.3-ŪM-03-K-02-013	2010–2014	28 mln.	UAB „Baltic Solar Solutions“
UAB „Baltic Solar Solutions“ eksperimentinės (c-Si) fotovoltinių elementų gamybos projektas, Lyderis	2010–2014	24,9 mln.	UAB „Baltic Solar Solutions“

Projekto pavadinimas	Trukmė, metai	Biudžetas, Lt	Projekto vykdytojas
LT, Nr. VP2-2.1-ŪM-01-K-02-200			
UAB „Baltic Solar Energy“ inovacinis saulės elementų gamybos projektas, Lyderis LT, Nr. VP2-2.1-ŪM-01-K-02-201	2010–2014	9,5 mln.	UAB „Baltic Solar Energy“
			
„Lanksčios gamybinės linijos, skirtos inovatyvių fotoelektrinių modulių gamybai, įdiegimas PVFLEX“ Nr. VP2-2.1-ŪM-01-K-02-214	2010–2014	23,8 mln.	UAB „Via Solis“

4.3 Lietuvos fotoelektros sektoriaus vertės kūrimo grandinė

FTK klasterio nariai bendromis pastangomis, efektyviai naudodami turimus išteklius, valstybės bei ES paramą, perimdami pažangią užsienio šalių patirtį ir sukurdami bendradarbiavimo tinklą kartu su užsienio partneriais siekia suformuoti Lietuvos fotoelektros verslo vertikaliąją ir horizontaliąją pridėtinės vertės kūrimo grandines – nuo žaliavos saulės elementams gamybos iki fotoelektros sistemų integravimo (17 pav.).



17 pav. Vertikalią ir horizontalią fotoelektros technologijų vertės kūrimo grandinę

Fotoelektros klasterio formuojama Lietuvos fotoelektros sektoriaus pridėtinės vertės kūrimo grandinė plačiau pristatoma lentelėje 8.

Lentelė 8. Fotoelektros sektoriaus pridėtinės vertės kūrimo grandinė Lietuvoje

Žaliavos saulės elementams			
Pavadinimas		Gamintojas Lietuvoje	Pastabos
Gaminys	Kristalinis (polikristalinis ir monokristalinis) silicis	Nėra	Vykdoma gamybos poreikio analizė. Šiuo metu numatoma silicio liečius importuoti.
Gamybos įranga /technologijos	Tradicinė įranga	Nėra	Lietuvoje šiuo metu Si gamybos įranga negaminama ir artimajame laikotarpyje neplanuojama gaminti
	Eksperimentinė įranga		
Pirminės žaliavos	Smėlis (SiO ₂)	Nėra	Visos pirminės žaliavos bus importuojamos
	Metalurginis silicis		
Susiję gamybos procesai ir medžiagos	Si pjaustymas	Nėra	Šiuo metu nėra; planuojama vystyti, pradėjus pramoninę silicio plokštelių gamybą. Šiuo metu deramasi su Norwegian Crystals AG dėl plokštelių pjaustymo ir poliravimo renginių įsigijimo.
	Si poliravimas		
Susiję veiklos	Plonasluoksnio poli-Si tyrimai	Nėra	Šiuo metu yra rengiamas tyrimų planas kartu su strateginiu partneriu SINTEF, Norvegija. Tai vieni iš perspektyviausių mokslinių tyrimų veiklų silicio gamybos srityje

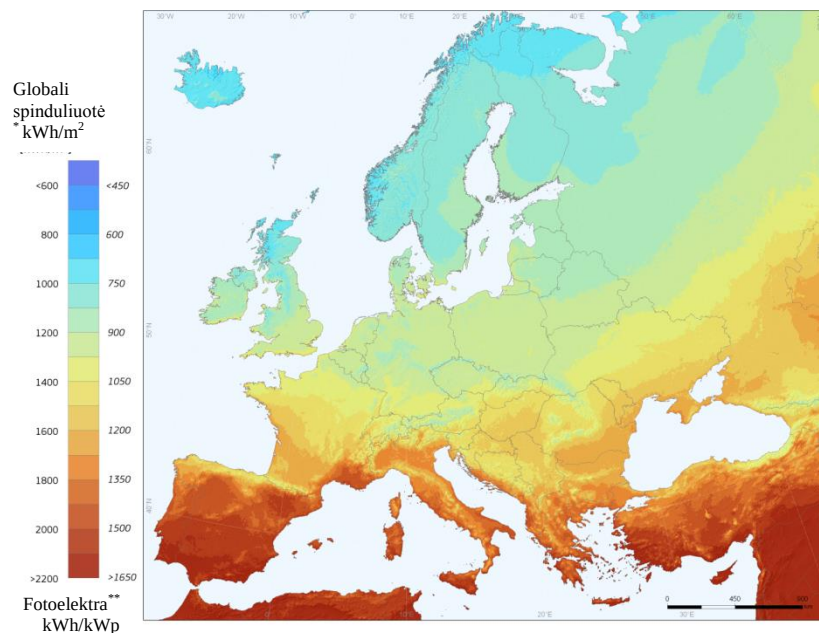
	Silicio testavimas ir bandinių tyrimai	VŠĮ „Perspektyvinių technologijų taikomųjų tyrimų institutas“	Šiuo metu vykdomi tik eksperimentinių bandinių, skirtų išskirtinai mokslinėms veikloms, tyrimai užsienio laboratorijose. Planuojama, kad tyrimai bus atliekami Fotoelektros technologijų klasterio sukurtoje infrastruktūroje
Saulės elementai			
Pavadinimas		Gamintojas Lietuvoje	Pastabos
Gaminys	Silicio saulės elementai (SE)	BOD group	Nuo 2013 m. IV ketvirčio pradėta SE gamyba (70 MW)
Gamybos įranga / technologija	Tradicinė įranga	Nėra	Šią įrangą gamina stambūs ir patyrę ES ir pasaulio įrangos gamintojai; Lietuvoje gamyba neplanuojama tačiau yra užmegztas glaudus strateginis bendradarbiavimas su gamybos įrangą gaminančia įmone Singulus Technologies AG, Vokietija
	Lazerinio mikro–apdirbimo įranga	UAB Altechna UAB Altechna R&D UAB „Precizikos lazerinės sistemos“	Ši įranga naudojama gamybos procese naudojant eksperimentines ir novatoriškas technologijas (brangūs fotolitografijos procesai keičiami lazeriniu apdirbimu). Šiuo metu įgyvendinami projektai, skirti lazerinio apdirbimo sistemos prototipo, skirto saulės elementų gamybos linijai, sukūrimas
	Procesų automatizavimas	UAB „Kemek engineering“	Vystoma įranga skirta saulės elementų automatiniam pozicionavimu ir perkėlimui gamybos linijoje (atlikus vieną procesą paruošti kitam)
Pirminės žaliavos	Silicio plokštelės	Nėra	Šiuo metu yra analizuojamas gamybos apimčių poreikis bei galimybės įsigyti reikalingą įrangą silicio plokštelių gamybai Iki to laiko žaliavos bus importuojamos.
Susiję MTTP veiklos	Naujos medžiagos SE, naudojamiems ilgų bangų saulės spektro konversijai į elektros energiją	Fizinių ir technologijos mokslų centras	Šie tyrimai labai aktualūs Lietuvoje, nes čia yra daug išsklaidytos ilgų bangų šviesos. Šiuo metu tyrimai vykdomi tik užsienio partnerių laboratorijose.
		Vilniaus universitetas	
		Fotoelektros technologijų klasterio fundamentinių tyrimų laboratorija	
	Eksperimentinės saulės elementų gamybos technologijos	UAB Precizika–MET SC VŠĮ „Perspektyvinių technologijų taikomųjų tyrimų institutas“	Lietuvos mokslininkai turi puikią šių technologijų kūrimo ir vystymo patirtį; jų pasiekimai yra žinomi tiek šalyje, tiek ir ES. Visa eilė projektų saulės elementų gamybos technologijų vystymų tematika yra gavę Europos Komisijos 5 ir 6 Bendrųjų mokslinių tyrimų ir technologinės plėtros programų finansavimą (FP5 ir FP6). Vykdomi moksliniai tyrimai yra skirti esamų saulės elementų gamybos procesų tobulinimui ir naujų kūrimui (pvz. sidabro kontaktų pakeitimas pigesniais variniais kontaktais)
Fotoelektriniai moduliai			
Pavadinimas		Gamintojas Lietuvoje	Pastabos
Gaminys	Fotoelektrinis modulis	MG AB Precizika	2012 m. pradėta fotoelektrinių modulių gamyba (60 MW)

	Stiklas/stiklas fotoelektrinis modulis	UAB „Via Solis“	2014 m. numatoma pradėti fotoelektrinių modulių gamybą (60 MW)
Gamybos įranga	Technologinės gamybos linijos	Nėra	Šia įrangą gamina stambūs ir patyrę ES ir pasaulio įrangos gamintojai; Lietuvoje fotoelektrinių modulių gamybos įrangos gamyba neplanuojama
Pirminės žaliavos	Saulės elementai	BOD Group	Jei fotoelektrinių modulių gamyba viršytų saulės elementų gamybos apimtis numatoma trūkstamus saulės elementų kiekius importuoti.
Susiję gamybos procesai ir medžiagos	Mechaninės detalės, rėmai	Šiuo metu reikiamos medžiagos yra importuojamos. Lietuvoje egzistuoja daug medžiagų, naudojamų saulės elementų modulių gamybos procese, gamintojų. Dabar yra kuriamos strateginės partnerystės ir rengiamos tikslios specifikacijos reikiamoms medžiagoms, nes jos turi būti sertifikuojamos.	
	Kabeliai		
	Stiklas		
	Apsauginės ir tvirtinimo plėvelės		
Balansavimo sistemų gamyba			
Pavadinimas		Gamintojas Lietuvoje	Pastabos
Šį segmentą atstovaujančių įmonių šiuo metu nėra, reikiami komponentai yra importuojami.			
Susiję veiklos	MTTP Inverteriai / Mikroinverteriai	VšĮ „Perspektyvinių technologijų taikomųjų tyrimų institutas“	Padėta vystyti (gauta ES parama) mikroinverterių, leidžiančių užtikrinti efektyviausią fotoelektrinių modulių veikimą saulės elementų juostos lygmenyje (kas yra labai svarbu pastatų šešėliavimo ar kito dalinio modulio uždengimo atvejais)
Autonominių ir jungiamų prie tinklo fotoelektrinių sistemų surinkimas ir instaliavimas			
Pavadinimas		Gamintojas Lietuvoje	Pastabos
Paslaugos	Fotoelektrinių jėgainių instaliavimas	UAB „Saulės energija“ UAB „Modernios E-Technologijos“ UAB „Modus energija“ UAB „Via Solis“ UAB „GLASSBEL EU“	Pagrindinės teikiamos paslaugos – jėgainių planavimas, instaliavimas, monitoringas. Jau pradėta vystyti labai perspektyvi (rinkos segmento augimo prasme) sritis – fotoelektrinių jėgainių instaliavimas į pastatus.
Horizontalioji vertės kūrimo grandinė			
Pavadinimas		Įgyvendintojas Lietuvoje	
Fundamentiniai ir taikomieji moksliniai tyrimai		Vilniaus universitetas Kauno technologijos universitetas Vilniaus Gedimino technikos universitetas Fizinių ir technologijos mokslų centras Lietuvos tekstilės institutas VšĮ „Perspektyvinių technologijų taikomųjų tyrimų institutas“	
Technologinė plėtra, technologijų perdavimas ir pramonei skirti taikomieji tyrimai		VšĮ „Perspektyvinių technologijų taikomųjų tyrimų institutas“ UAB Precizika–MET SC	
Strategijos, partnerystės ir kapitalo formavimas		UAB „BOD Group“ UAB „Europarama“ UAB „Start Vilnius“	

	VŠĮ „Šiaurės miestelio technologijų parkas“ UAB „Precizika Metrology“ MG AB „Precizika“ VŠĮ „Perspektyvinių technologijų taikomųjų tyrimų institutas“
--	--

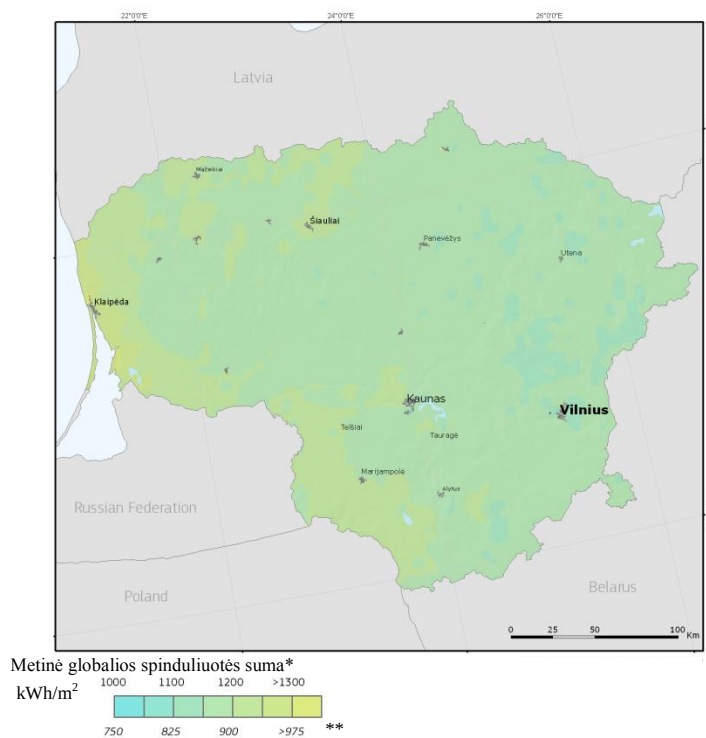
4.4 Lietuvos fotoelektros rinkos situacija

Lietuva yra 54^0 – 56^0 šiaurės platumos, ši geografinė padėtis leidžia tikėtis panašaus kaip Danijoje, Jungtinėje Karalystėje ar šiaurinėje Vokietijoje dalyje saulės energijos vartojimo efekto (18 pav. ir 19 pav.).



18 pav. Fotoelektros potencialas Europos šalyse²⁵ *Metinė globalios spinduliuotės, krentančios į optimalaus polinkio į pietus orientuotą fotoelektrinį modulį, suma; ** Metinė 1kW_p sistemos, kurios bendras efektyvumas 0,75, sugeneruotos fotoelektros suma

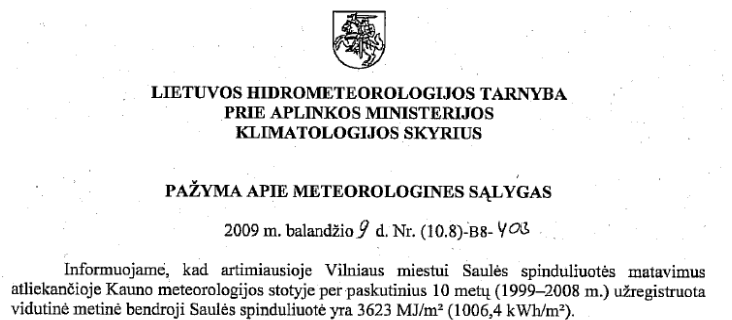
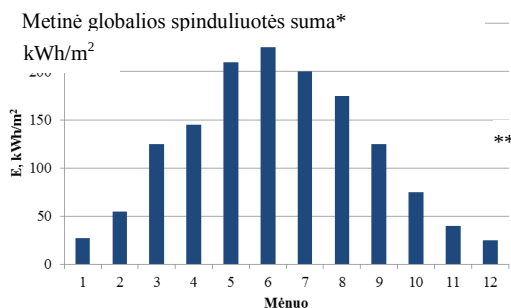
²⁵Huld T., Müller R., Gambardella A., 2012. A new solar radiation database for estimating PV performance in Europe and Africa. Solar Energy, 86, 1803-1815



19 pav. Fotoelektros potencialas Lietuvoje. *Metinė globalios spinduliuotės, krentančios į optimalaus polinkio į pietus orientuotą fotoelektros modulį, suma; ** Metinė 1kWp sistemos, kurios bendras efektyvumas 0,75, sugeneruotos fotoelektros suma. Šaltinis: Huld T., Müller R., Gambardella, 2012

Lietuvos teritorija apima 65 200 m² plotą. Įvairiose Lietuvos vietovėse per metus į horizontalaus paviršiaus kvadratinį metrą patenka nuo 926 kWh/m² metus (Biržai) iki 1042 kWh/m² metus (Nida) saulės spindulinės energijos. Vidutiniškai Lietuvoje ši krintanti energija sudaro ~1000 kWh/m² metus.

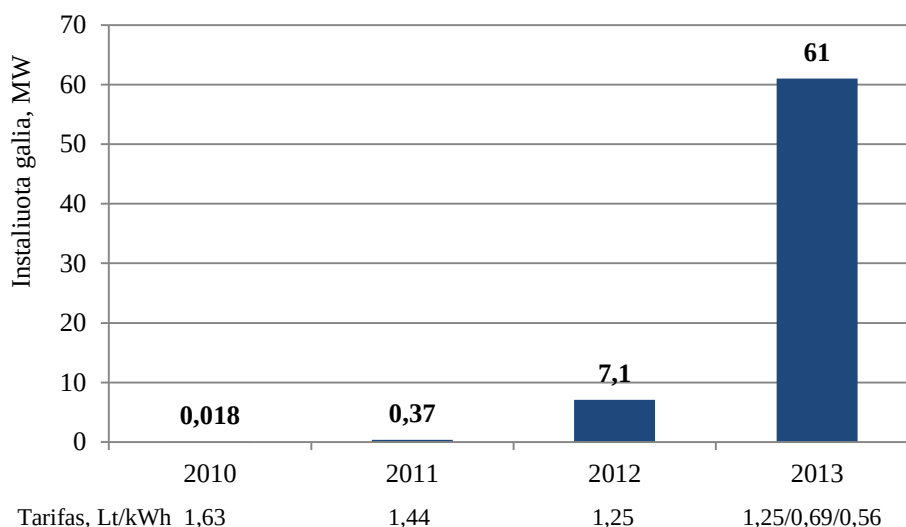
Sezoninis saulės energijos kitimas Lietuvoje parodytas 20 pav. Bendras per metus tenkantis energijos kiekis Lietuvoje siekia 6,54·10¹³ kWh/metus.



20 pav. Metinis Saulės energijos kiekis, krintantis į horizontalųjį paviršių (kWh/m²)

Krintanti į žemės paviršių saulės spindulinė energija kinta priklausomai nuo metų laikų, paros laiko ir meteorologinių sąlygų. Energija krintanti lapkričio, gruodžio ir sausio mėnesiais sudaro tik 10 proc. energijos, krintančios gegužės, birželio ir liepos mėnesiais. Naktį energija artima nuliui, o stipriai apniukusią dieną sudaro tik kelis procentus nuo giedrą dieną krintančios energijos. Dėl saulės

spinduliuojamosios energijos sezoninio, paros, meteorologinio kitimo negalima tikėtis visą reikiamą elektros energiją gauti iš fotoelektros, tačiau fotoelektrinės energijos panaudojimas gali sumažinti importuojamo iškasamojo kuro reikmes. Tačiau, situacija ženkliai pasikeis tolimesnėje perspektyvoje, išstobulinus energijos ir elektros saugojimo technologijas, į kurių vystymą ir susijusias MTTP veiklas šiuo metu yra nemažai investuojama. Turint galimybę fotoelektrą akumuliuoti, tokiu būdu perdengiant energijos nepakankamumą, sukeltą sezoninių, paros ir meteorologinių pokyčių, galima saulės energiją naudoti kaip nuolatinį energijos šaltinį. Plataus masto saulės energijos vartojimas leistų iš esmės padidinti šalies alternatyviųjų energijos šaltinių dalį energetikoje. Tačiau Lietuvoje fotoelektros naudojimas nėra paplitęs (21 pav.).



21 pav. Lietuvos fotoelektros vartojimo rinkos apžvalga 2010-2013 m.²⁶

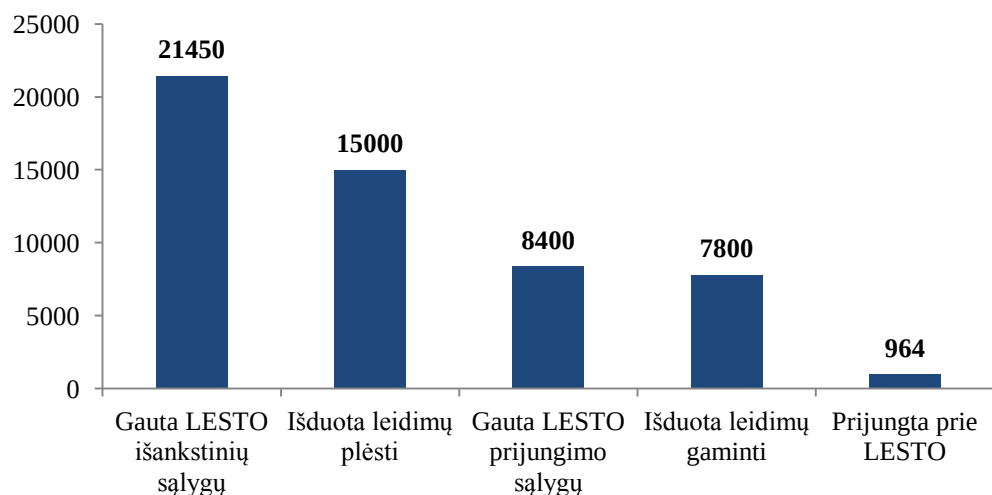
Pirmiausia tai sąlygoja pakankamai išvystyta elektros perdavimo infrastruktūra, o taip pat ir naudojami įprasti elektros generavimo ištekliai ir technologijos (šiluminės elektrinės, hidro, biomasė). Dėl to, iki 2010 m. fotoelektros naudojimas ribojosi vietinėmis nedidelio galingumo jėgainėmis, aprūpinančiomis mobilius įrenginius, skirtus rekreacijai ir turizmui arba demonstracinėmis jėgainėmis skirtomis mokymo tikslais. Dauguma 2010–2012 m. instaliuotų fotoelektrinių jėgainių yra iki 30 kW galingumo skirtų aprūpinti elektra nutolusius namus, naujai statomus namų kvartalus arba sodų bendrijas.

Per paskutiniuosius du metus autonominių fotoelektrinių jėgainių paklausa augo, daugiausia skatinama santykinai aukšto kompensacinio tarifo (21 pav.). Tačiau kaip matyti iš 22 pav. prie tinklo galiausiai buvo prijungta tik iki 5 proc. nuo planuotų fotoelektrinių – kas 2012 m. sudarė apie 6 MW_p suminės fotoelektros galios.²⁷ Lietuvos Respublikos Vyriausybės sprendimu 2012 m. pabaigoje kompensaciniai

²⁶ V. Mačiulis (Lietuvos saulės energetikos asociacija). Saulės energetikos ateitis Lietuvoje: plėtros variantai ir galimybės. Pranešimas Konferencijoje „Fotoelektra ir kiti atsinaujinantys energijos šaltiniai Lietuvoje ir pasaulyje“ Rugsėjo 19 d., 2013, Lietuvos Respublikos Seimas

²⁷EurObserv'ER 2013

tarifai buvo drastiškai sumažinti. Dėl to naujų fotoelektrinių jėgainių statyba 2013 m. pabaigoje žymiai sumažėjo. Šiuo metu yra rengiamos rekomendacijos Atsinaujinančių energijos išteklių įstatymo pataisoms, kurios padėtų sureguliuoti teisinę fotoelektros naudojimo aplinką.



22 pav. 2012 m. kilusio fotoelektros jėgainių instaliavimo ažiotažo rezultatai. Šaltinis: V. Mačiulis, 2013

Palyginus su kitomis ES šalimis ir ES instaliuotos fotoelektros galios gyventojui vidurkiu (lentelė 9) fotoelektros paplitimas Lietuvoje yra labai nedidelis, nors kaip minėta anksčiau – saulės spinduliuotės kiekis yra pakankamas – tai rodo fotoelektros rinkos plėtros potencialą Lietuvoje.

Lentelė 9: Fotoelektros naudojimo paplitimas ES: Lietuvos palyginimas su kitomis šalimis. Šaltinis: EurObserv'ER, 2013

Šalys	Instaliuota galia gyventojui W_p /gyv. 2012 m.
Vokietija	399,5
Italija	269,0
Belgija	240,0
Čekija	192,5
Graikija	136,7
Bulgarija	127,4
Slovėnija	105,7
Ispanija	97,8
Slovakija	95,7
Danija	70,02
Prancūzija	61,6
Austrija	49,9
Jungtinė Karalystė	26,3
Portugalija	21,7

<i>Šalys</i>	<i>Instaliuota galia gyventojui W_p/gyv. 2012 m.</i>
Olandija	19,2
Švedija	2,5
Suomija	2,1
Lietuva	2,0
Latvija	0,7
Vengrija	0,4
Rumunija	0,3
Estija	0,1
Lenkija	0,1
ES (27 šalių vidurkis)	136,3

Dabartinės suformuotos Lietuvos fotoelektros vertės grandinės gamybiniai pajėgumai yra ženkliai didesni už Lietuvos rinkos poreikius ir yra nukreipti į tarptautinę globalią fotoelektros rinką. Dėl to yra labai svarbu, kad Lietuvoje gaminami fotoelektros produktai būtų ir ilguoju laikotarpiu išliktų konkurencingos eksporto prekės.

4.5 Lietuvos fotoelektros sektoriaus stiprybių, silpnybių, galimybių ir grėsmių analizė

Atliekant Lietuvos fotoelektros sektoriaus plėtros ir FTK veiklos strateginį planavimą buvo atlikta analizė, kuria buvo apžvelgtos ne tik Lietuvos fotoelektros sektoriaus dalyvių kompetencijos, bet įvertinta konkurentų Europos Sąjungoje veikla bei esamos rinkos tendencijos. Stiprybių, silpnybių, galimybių ir grėsmių (SSGG, *angl. SWOT*) analizė yra modelis, kuriuo remiantis buvo formuluojamos Lietuvos fotoelektros sektoriaus strateginių planų vystymo kryptys atitinkamuose scenarijuose. SSGG atsispindi stiprybės (FTK yra pajėgus atlikti), silpnybės (FTK negali atlikti), galimybės (potencialiai naudingos sąlygos klasteriui) ir grėsmės (potencialiai nenaudingos sąlygos klasteriui) fotoelektros vystymosi tendencijų ir Europos Sąjungos fotoelektros mokslinių tyrimų ir pramonės kontekste.

Atskiros Lietuvos tyrėjų grupės turi konkurencingą *know-how*, reikalingą sukurti technologijoms, užtikrinančioms FE gamybos kaštų sumažinimą, ir numatyti perspektyvas tolesniam gamybos atpigimui, kas reikšminga trumpalaikiams ir vidutinės trukmės FE sektoriaus tikslams pasiekti. Lietuvos tyrėjai yra stiprūs eilėje sričių, potencialiai galinčių padidinti FE verslo konkurencingumą: nanotechnologijos, kietojo kūno fizika ir medžiagotyra (veiklos, kurių tikslas yra naudoti pigesnes medžiagas ir naujus darinius saulės elementams, konkurencingas gamybos technologijas). Viena iš pagrindinių kliūčių FE pramonės konkurencingumo didinimui bei geresnių mokslinių tyrimų rezultatų pasiekimui yra ta, kad tiek verslo tiek mokslo ištekliai, nors ir aukštos kokybės, yra labai išsklaidyti. Be to, FE sektoriaus plėtra neatskiriama nuo kitų mokslo ir verslo sektorių plėtros. Glaudus bendradarbiavimas su mokslininkais (medžiagotyros specialistai, chemikai, mokslininkai, dirbantys su nano- ir mikro- technologijomis), pramonininkais (elektronikos, statybos, įvairios įrangos gamintojai) bei energetikais (kitų atsinaujinančios energijos rūšių technologijos, necentralizuotas energijos

generavimas ir tiekimas, energijos kaupimas ir saugojimas) gali duoti puikių rezultatų vykdant bendrus projektus ar sprendžiant įvairias iškilusias problemas.

FTK nariai – verslo įmonės – atidžiai seka pasaulio FE sektoriaus vystymosi tendencijas ir yra labai suinteresuoti kuo labiau įsijungti į šį sektorių, nors, kad tai padaryti, jie turi nuolatos didinti savo konkurencingumą, tam kad būtų pripažinti ir išliktų ES rinkose.

Įprastas technologijų kelias iki gamybos apima tris etapus:

- Laboratorinis lygmuo – mokslinis-technologinis sprendimo galimybės demonstravimas universitetuose ir/ar institutuose;
- Pramoniniai tyrimai ir bandomoji (pilotinė) gamyba;
- Konkurencinga, plataus masto gamyba.

Kad pereiti visus šiuos etapus, akademinis tyrimų ir verslo sektoriai turi peržengti tradiciškai nusistovėjusius silpnus tarpusavio ryšius ir žemą inovacijų lygį bent jau įmonėse, kurių planai susieti su žinių reikalaujančiais FE sektoriaus vystymosi iššūkiais. Antrajame etape vykstančių veiklų organizavime FTK vaidina svarbiausią vaidmenį, nes FE pramonės šakoje vien tik puikūs teoriniai moksliniai pasiekimai (metodai ar technologijos) negali užtikrinti pramonės vystymo sėkmės. Moksliniai pasiekimai turi būti nesunkiai pritaikomi gamyboje ir pilnai suderinti su gamybiniais pajėgumais, kurie savo ruožtu turi būti pakankamai lankstūs ir lengvai modifikuojami pagal technologinius poreikius, dėl to labai svarbu, kad mokslo ir verslo bendradarbiavimas prasidėtų kuo ankstyvesnėje mokslinių tyrimų stadijoje. Iš kitos pusės, pramonininkai išylančias gamybinės problemas turėtų spręsti dalyvaudami įvairiose technologinėse programose, rengdami ir vykdydami projektus pagal nacionalinės paramos schemas, struktūrinių fondų priemones infrastruktūros gerinimui, taip kurdami palankią ir tinkamą MTTP gamybinę bazę ir sudarydami prielaidas mokslo ir verslo bendriems projektams vykdyti bei aukštos pridėtinės vertės produktams sukurti.

Pasaulinės FE gamybos apimtys nuolat auga, rinkoje daugėja naujų dalyvių (Kinija, Taivanas, Indija, Korėja, Singapūras ir Malaizija), dėl to siekiant išlaikyti dabartines pozicijas ir tarptautinį konkurencingumą yra kuriamos įvairios pramonės skatinimo schemas bei skiriamas ypatingas dėmesys moksliniams tyrimams bei ypatingai skatinamas koordinuotas pramonės ir mokslo centrų pastangų ir išteklių apjungimas.

Išskirtinės Lietuvos fotoelektros sektoriaus kompetencijos pateikiamos lentelėje 7:

Lentelė 10: Išskirtinės Lietuvos fotoelektros sektoriaus kompetencijos

<i>Žaliavos ir jų tiekimas saulės elementų ir fotoelektrinių modulių gamybai</i>
• N tipo silicio galimybių FE saulės elementų gamyboje vystymas • Tarptautiniu lygiu pripažintos mokslinių tyrimų kompetencijos organinių medžiagų fotoelektriniams taikymams srityse • Mokslinių tyrimų kompetencijos optoelektronikos, lazerių technologijų ir cheminių dangų technologijų srityje

<i>Saulės elementų gamyba</i>
• Pažangiausių, efektyvių ir sąnaudas taupančių technologijų naudojimas, pasiekiant vieną geriausių rinkoje kainos, kokybės ir efektyvumo santykį • Partnerystė su pasaulinio lygmens FE gamybinės įrangos, automatizuotų sprendimų gamintojais. Mažesni kaštai atlikti tyrimus industrinėje laboratorijoje Lietuvoje • Galimybė gaminti įvairaus tipo (spalvingumas, dydis) saulės elementus • Dalyvavimas tarptautinio lygio tyrimuose fotoelektros technologijų vystymo srityje
<i>Fotoelektrinių modulių gamyba</i>
• Galimybė tiekti rinkai individualizuotus sprendimus (modulius), lanksčiai pritaikant gamybinius pajėgumus • Galimybė naudotis industrinės laboratorijos rezultatais, jos pagalba siūlyti naujoves modulių gamybos procese • Partnerystė su pasaulinio lygmens FE gamybinės įrangos, automatizuotų sprendimų gamintojais • Galimybė tobulinti gamybos procesą, diegiant tarptautinio lygmens technologines naujoves (pvz. lazerines technologijas) • Inovatyvių stiklas-stiklas modulių gamyba ir jų pritaikymas į pastatus integruotų sistemų rinkoje • Siūlomų rinkai modulių išskirtinis efektyvumas ir ilgaamžiškumas
<i>Balansavimo sistemų gamyba</i>
• Nėra.
<i>Autonominių ir jungiamųjų prie tinklo fotoelektrinių sistemų projektavimas, surinkimas ir instaliavimas</i>
• Glaudus bendradarbiavimas su mokslo institucijomis ir aukštosiomis mokyklomis • Gebėjimai tinkamai suplanuoti ir suprojektuoti inžinierinius sprendinius, statant saulės jėgaines • Dialogas ir glaudus bendradarbiavimas su architektais
<i>Bendrosios kompetencijos</i>
• Klasterinė veikla • Švietimas apimantis specializuotas su FE susijusias mokymų programas • Išskirtinės medžiagotyros srities kompetencijos ir kompetencija nanotechnologijų srityje • Kokybės užtikrinimo kompetencija • Stebėsenos kompetencija • Sertifikuojamoji kompetencija

Lietuvos fotoelektros sektoriaus SSGG analizės pagal vidaus veiksnius (stiprybes ir silpnybes) bei išorės veiksnius (galimybes ir grėsmes) lyginant su tarptautinės rinkos konkurentais apibendrinimas yra pateikiamas lentelėje 11:

Lentelė 11. Lietuvos fotoelektros sektoriaus SSGG analizė

<i>Stiprybės</i>
• Gebėjimai sėkmingai konkuruoti ES programose paramai gauti klasterio ir jo narių veiklos stiprinimui ir plėtrai; • Gebėjimai sėkmingai konkuruoti ir įsisavinti Europos Struktūrinių fondų paramą inovacijų diegimui, MTTP infrastruktūros įmonėse kūrimui bei ūkio konkurencingumui ir ekonomikos augimui skirtiems moksliniams tyrimams ir technologinei plėtrai; • Nuolatos atnaujinamos žinios apie strateginius ES tikslus energetikos, ypač fotoelektros, srityse

• Sutelkti taikomieji moksliniai tyrimai ir technologinė plėtra į kristalinio silicio technologijas, turimi komplementarūs <i>know-how</i>, technologijos ir patentai FE technologijų ir susijusios srityse • FTK narystė užsienio skėtinėse organizacijose bei stiprūs strateginiai ryšiai su keliomis Vokietijos skėtinėmis organizacijomis dirbančiomis fotoelektros srityje; • Orientacija į nišines rinkas dėl turimos lanksčios gamybos infrastruktūros; • Glaudus vertikalios ir horizontalios Lietuvos fotoelektros sektoriaus vertės grandinių narių bendradarbiavimas, verslo įmonių tarpusavio bendradarbiavimo ir bendradarbiavimo su mokslo ir studijų institucijomis modelis sudarantis sąlygas kaštų pasidalinimui, sinergijai ir pateikimo į rinką trukmės mažėjimui • Kuriamą atviros prieigos klasterio MTTP infrastruktūra • Vykdomi bendri taikomieji ir pramoniniai tyrimai kartu su gamybos įrangos gamintojais; • Tarptautinių ir nacionalinių MTTP projektų vykdymo patirtis, kelių 7BP programos projektų koordinavimas ir dalyvavimas kituose; • Aukšta įmonių vadovų kompetencija, kvalifikacija, patirtis ir verslumas; • Pagrindinės technologinės stiprybės: - Kristalinio silicio saulės elementai: kontakto sąsajos modeliavimas, n-tipo Si, >100 μm, vienpusiai galinio paviršiaus saulės elementai - Lanksti gamyba / diejami naujausi technologiniai sprendimai - Instaliavimas ir prijungimas prie tinklo: inovatyvaus mikroinverterio koncepcijos sukūrimas ir vystymas.
<i>Silpnybės</i>
• Aukšto lygio specialistų, technologinių ekspertų trūkumas ir nepakankami inovaciniai gebėjimai įmonėse; • Nespartus technologijų perdavimas; • Nepakankamos apimties ilgalaikių pardavimų sutartys, nepakankami marketinginiai gebėjimai; • Naujų FE produktų ir paslaugų kūrimui ir gamybai reikalingos infrastruktūros stoka, tik dabar pradedama kurti sertifikuota fotoelektrinių produktų testavimo infrastruktūra; • Nepilna Lietuvos fotoelektros sektoriaus vertės kūrimo grandinė, • Silpnas nacionalinis fotoelektrinių jėgainių instaliavimo segmentas, sunkumai nacionalinio patrauklumo ir vystymosi požiūriu: maža vidaus rinka, mažas gyventojų skaičius ir kalbos arealas; • Nepakankamos investicijos į pagrindinio kapitalo formavimą; • Žemas tiesioginių užsienio investicijų lygis; mažai/nėra strateginių investuotojų, savo veiklą grindžiančių ne pigesnėmis sąnaudomis, bet investicijomis į intelektualinį kapitalą.
<i>Galimybės</i>
• Fotoelektra buvo ir išlieka tarp remiamų prioritetinių technologijų (key enabling technologies) ir sumanios specializacijos sričių ES; • Greitas ir pastovus net ekonominių sunkumų laikotarpiu FE rinkos augimas; • Auganti fotoelektros paklausa nedidelio elektrifikacijos lygio šalyse (Afrika, Azija) • Auganti vietoje generuojamos elektros paklausa pasyviuose, prie tinklo neprijungtuose namuose; • Mikro-tinklų poreikis aukštųjų technologijų pramoninėse vietose; • Energijos poreikis konversijai piko metu ir saugojimui ne piko metu; • Integracija į Europos Sąjungos fotoelektros rinką, spartinanti šių rinkų kūrimo procesą Lietuvoje; • Investicijos į darbo našumo gerinimą, inovacijas ir aukštos kokybės paslaugas verslui bei aukštą pridėtinę vertę kuriančių ūkio sektorių dalies ekonomikoje didėjimas užtikrintų ūkio konkurencingumo didėjimą bei nuoseklų ekonomikos augimą; • MTTP potencialo kūrimas, ryšių su verslu stiprinimas ir tarptautinė integracija; • Rengiami su fotoelektra susiję įstatymai ir poįstatyminiai aktai; • Auganti poreikis elektros naudojamos kondicionavimui/saldymui, ypačingai tose vietovėse, kurios yra labiausiai paveiktos klimato kaitos (jos identifikuojamos pagal Klimato kaitos pažeidžiamumo rodiklį, Maplecroft, 2013);

• Technologinės galimybės kristalinio silicio technologijomis pagrįstai fotoelektros pramonei: - Monokristalinio silicio PERL (<i>angl. Passivated Emitter and Rear Locally diffused</i>) saulės elemento pasaulinis efektyvumo rekordas yra 25 proc. ir siekiamas maksimalaus silicio saulės elementų efektyvumas (27-29 proc.); - Pasaulinis monokristalinio silicio didelio ploto fotoelektrinio modulio su galinio kontakto saulės elementais (<i>angl. Interdigitated Back Junction, Back Contact Cells</i>) efektyvumo rekordas yra 21.4 proc. (technologiskai nepranoktas); - Aukšto efektyvumo monokristalinio silicio didelio ploto fotoelektriniai moduliai pagrįsti heterosandūros koncepcija (<i>angl. HIT, Heterojunction with Intrinsic Thin layer</i>) ir TCO elementais; - Naujos koncepcijos užtikrinančios geresnį kainos/efektyvumo santykį: ○ Sumažinta rekombinacija: pagerinta medžiagos kokybė (suvaldant defektus ir priemaišas, naudojant n-tipo silicį); sumažinti didelės koncentracijos legiravimo defektai (lokalus legiravimas, selektyvus emiteris), efektyvi paviršiaus pasyvacija (SiN_x, SiO_2, Al_2O_3, aSi), mažos rekombinacijos kontaktai (heterosandūros); ○ Sumažinto optiniai nuostoliai: sumažintas atspindys, naudojami atitinkami paviršiaus sluoksniai, tekstūravimas, plazmoninės struktūros šviesos pagavai; sumažinti nuotoliai dėl šešėliavimo (kontaktai galinėje elemento pusėje); ○ Sumažinti varžos nuostoliai: padidintas laidumas (pažangios elektrodų architektūros ir medžiagos, įvairios galinio kontakto struktūros); ○ Priemaišų valdymas: įgytos žinios kaip valdyti, kompensuoti Fe, Ni, Cr priemaišų, esančių Si žaliavoje sukeliamus efektus. • Galimybės sumažinti kaštus naudojant mažiau žaliavų ir efektyvesnius gamybos procesus. Pagrindinė technologinė galimybė yra sėkmingas PERC (<i>angl. Passivated Emitter and Rear Cell</i>) saulės elementus ir jo gamybos technologijos išvystymas iki pramoninio lygmens. PERC šiuo metu yra perspektyviausias technologinis saulės elementų efektyvumo didinimo sprendimas, kurį įmanoma ekonomiškai pagrįstai realizuoti pramoniniame lygmenyje gaunant gerą kainos/efektyvumo santykį. Pasinaudoti šia galimybe būtų įmanoma atnaujinant gamybos įrangą: - Šlapio cheminio ėsdinimo įranga, skirta galinės plokštelės pusės poliravimui ir paruošimui kontakto formavimui (LINEA II Single Side Polish Etch); - Dielektrinių pasyvacinių (aliminiooksido, silicio nitrido) sluoksnių galiniame saulės elemento paviršiuje užnešimas (ICP- PECVD įrenginys SINGULAR XP); - Lazerinis kontaktų formavimas (įrenginys kuriamas bendradarbiaujant suinteresuotom klasterio įmonėms su Singulus Technologies AG). • Atlikta susijusių technologijų patentinė analizė (30 aktyvių patentų užregistruotų USPTO, WIPO ir/ar EPO) parodė, kad patentavimas koncentruojasi ties (daugiau nei 1 patentas USPTO subklasėje): - Fotoelektriniai moduliai arba jėgainės su koncentratoriais, kreipimo sistemomis, reflektoriais arba vėsinimo priemonėmis; - Saulės elementai: Šotkio, gradientinis legiravimas, daugiasandūriniai arba specifinės sandūros geometrijos; - Saulės elementai: kontaktai, padengimo arba paviršiaus geometrija.
<i>Grėsmės</i>
• Artimųjų rytų gamintojų gebėjimai greitai perkelti į gamybą naujai sukurtas (net ir ES mokslininkų) technologijas; • Tolimesnis paramos fotoelektros naudojimui ir fotoelektros pramonei mažėjimas ES; • Ženklaus plonasluoksnių technologijų efektyvumo padidėjimas ir ar kitų substitutų fotoelektrai atsiradimas; • Elektros, tiekiamos per elektros paskirstymo tinklus, kainos sumažėjimas; • Didelės investicijos ir aukštos kainos, reikalingos naujų ir ateities technologijų įsisavinimui; • Kitos kylančios regiono ekonomikos, taikančios į tas pačias rinkas panašiais tikslais ir siūlymais; • Azijos valstybių konkurencingumo augimas; • Įstatyminės bazės nebuvimas, dabartinis Energetikos įstatymas nėra suderintas su Europos Parlamento priimtu Trečiuoju energetikos paketu; • Neapsaugotos intelektualiosios nuosavybės pradimas;

- Nesugebėjimas panaudoti vietinio mokslo potencialo ir komercializuoti naujus MTTP veiklų rezultatus;
- Kvalifikuotos darbo jėgos stoka, augančios energijos išteklių kainos, žemas verslo inovatyvumas bei produktyvumas gali lemti Lietuvos ūkio konkurencingumo mažėjimą.

Atsižvelgiant į SSGG analizės metu suformuluotus teiginius Lietuvos fotoelektros sektorius ir FTK turėtų išnaudoti galimybes bei turimą įdirbį, žmogiškąjį potencialą, turimus žinių išteklius *know-how*, verslo suinteresuotumą ir tolimesnį pasiryžimą investuoti, ilgojo laikotarpio Lietuvos FE pramonės sektoriaus plėtrai ir integravimuisi į Europos Sąjungos fotoelektros rinką.

Lietuvos fotoelektros technologijų klasterio situacijos analizė bei plėtros potencialas:²⁸

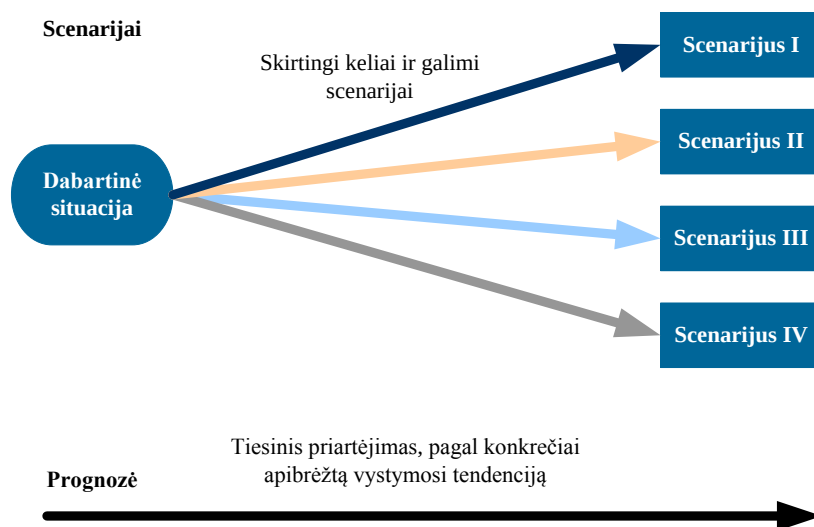
- Lietuvos Fotoelektros technologijų klasteris apima pagrindines kristalinio silicio fotoelektros technologijas, tačiau trūksta įdirbio su naujos kartos technologijomis;
- Lietuvos Fotoelektros technologijų klasterio kompetencijos papildo kitų šalių (pvz. Norvegijos) fotoelektros technologijų klasterius, ir tai sudaro realias galimybes horizontaliam klasterių integravimui.
- Lietuvos Fotoelektros technologijų klasteris turi geras perspektyvas bendradarbiaujant su pagrindiniais tarptautiniais FE klasteriais kuriant specializuotus produktus skirtus nišinėms BIPV ir PIBP rinkoms.
- Klasterio edukacinės bei mokymų veiklos kol kas vykdomos tik universitetinėse įstaigose, bet trūksta profesinio mokymo bei į vartotojus orientuotų mokymų kompanijų darbuotojams.

²⁸ Dabartinės Lietuvos fotoelektros technologijų klasterio situacijos analizė bei plėtros potencialas (Studija V). CIRCA Group Europe Ltd., 2013

5 Lietuvos fotoelektros sektoriaus plėtros perspektyvos

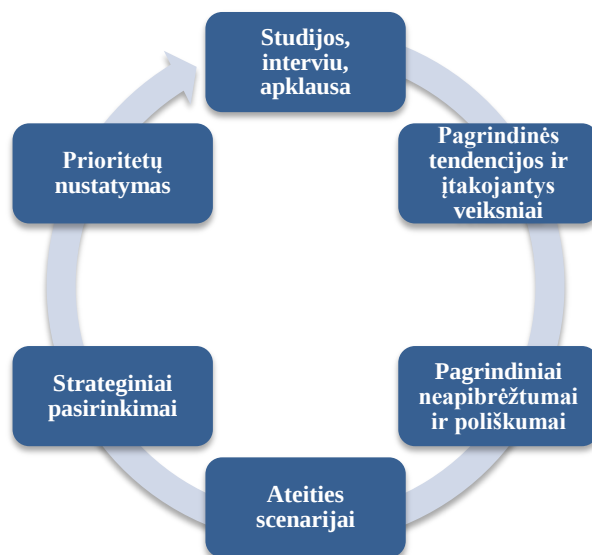
5.1 Lietuvos fotoelektros sektoriaus vystymosi scenarijai

Pagrindinis fotoelektros sektoriaus technologinės įžvalgos tikslas – yra suformuluoti strategines rekomendacijas gyvybingai Lietuvos fotoelektros sektoriaus plėtrai ir konkurencingumo vystymuisi iki 2025 m. Lietuvos fotoelektros sektoriaus vystymosi scenarijų kūrimas buvo atliekamas remiantis eksploratyvine-kokybine metodika. Sukurtieji scenarijai nėra ateities tendencijų ir įvykių prognozė ar predikcija, bet tai yra fotoelektros ekspertų suformuluoti teiginiai apie galimą ateities eksploratyvinę aplinką, kuri ilgajame laikotarpyje įtakos fotoelektros sektorių Lietuvoje (23 pav.).



23 pav. Scenarijų ir prognozės palyginimas

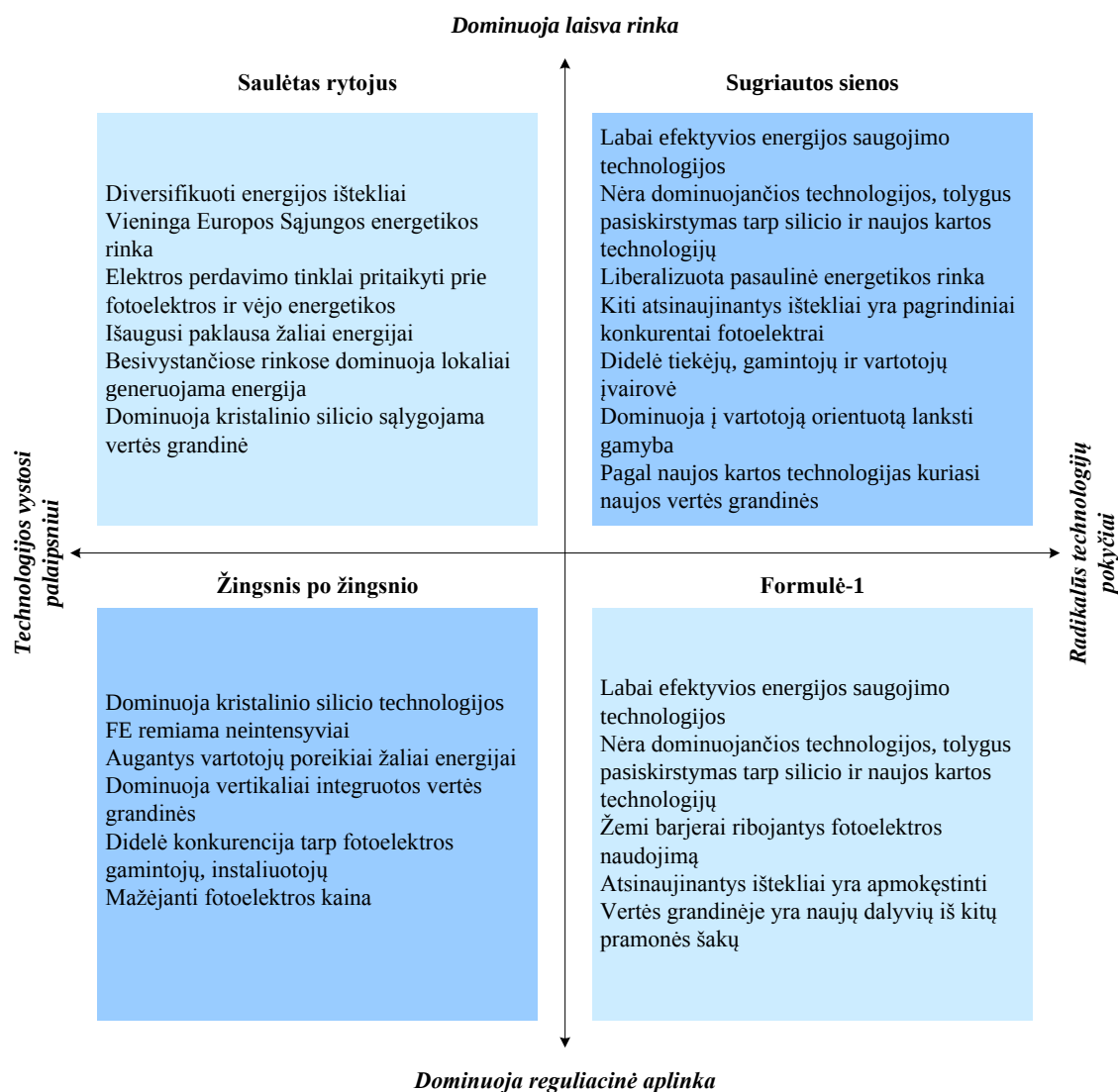
Fotoelektros technologinės įžvalgos procesas ir pagrindiniai etapai yra iliustruoti 24 pav.



24 pav. Fotoelektros technologinės įžvalgos ciklas

25 pav. yra pateikiami keturių ateities scenarijų pagrindiniai teiginiai, kurie buvo suformuluoti fotoelektros ekspertų diskusijos metu šiais pagrindiniais aspektais:

- Fotoelektros sektoriaus 2025 m. PESTLE²⁹ analizė;
- Vertės grandinė, konkurencinė aplinka, reikalingos žinios ir įgūdžiai;
- Aplinkos įtaka Lietuvos fotoelektros sektoriui: grėsmės ir galimybės;
- Žinios ir įgūdžiai reikalingi siekiant užtikrinti Lietuvos fotoelektros sektoriui konkurencingumą atitinkamoje ateities aplinkoje.



25 pav. Ateities scenarijai³⁰

²⁹ Politinės, ekonominės, socialinės, technologinės, teisinės ir aplinkosauginės aplinkos veiksmų analizė (angl. *Political-Economic-Social-Technological-Legal-Environmental*)

³⁰ Fotoelektros sektoriaus ateities scenarijų kūrimo ekspertų panelė, vykusį rugsėjo 6 d., 2013 m., dalyvavo 27 ekspertai atstovaujantys mokslo, verslo ir politikos institucijas

Sukurtieji keturi scenarijai, buvo formuluojami remiantis dviem pagrindiniais neapibrėžtumais, kurie fotoelektros ekspertų buvo įvardinti kaip kritiniai:

- Tolimesnis reguliacinės aplinkos vystymasis (sudarytas poliškumas tarp laisvos rinkos ir reguliacinės aplinkos dominavimo);
- Tolimesnis technologijų vystymasis (sudarytas poliškumas tarp radikalių technologijų pokyčių ir palaipsninio technologijų vystymosi).

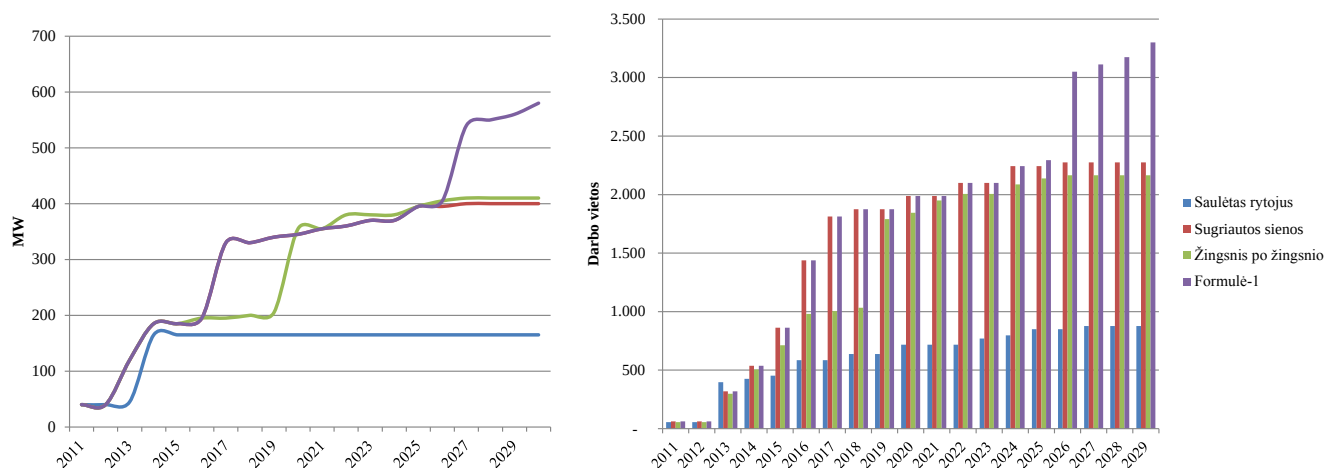
Pirmasis neapibrėžtumas apima galimus ateities variantus, kurie dažnai apibūdinami kaip „politiniais sprendimais skatinamas“ (*angl. Policy-Driven*) arba „nuosaikūs“ (*angl. Moderate* arba *Business as usual*) scenarijai. Tačiau taip pat yra svarbu atsižvelgti ir į technologijų vystymosi pobūdį ir spartą. Dėl to ir buvo pasirinktas eksploratyvinis scenarijų formulavimo metodas. Remiantis aukščiau aprašytais neapibrėžtumais, o taip pat horizontaliomis tendencijomis buvo suformuluoti scenarijai kaip galėtų vystytis Lietuvos fotoelektros sektorius nuo dabar iki 2025 m. Scenarijų aprašymai, atsižvelgiant į du pagrindinius aspektus – globalią aplinką ir vertės grandinę yra pateikiami lentelėje 12.

Lentelė 12: Ateities scenarijai: aplinka ir vertės grandinė

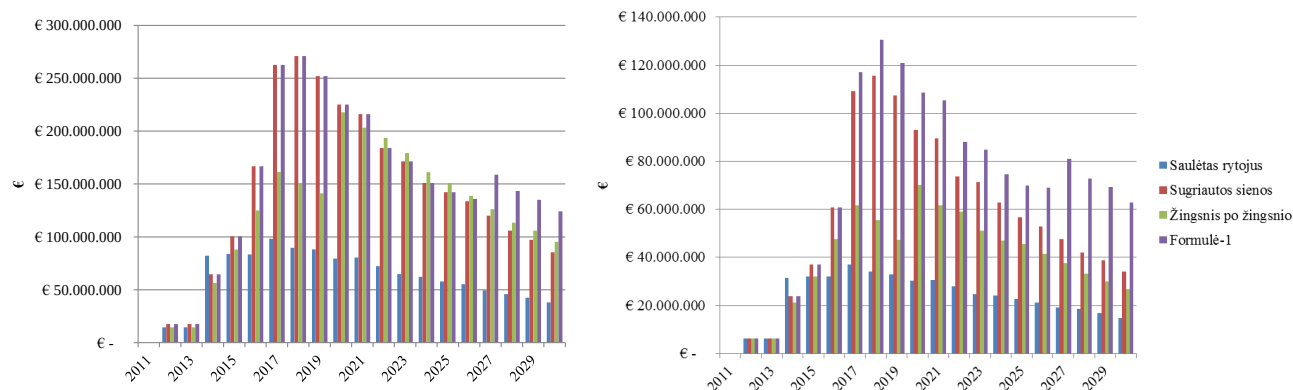
Scenarijus „Saulėtas rytus“	
Aplinka	Vertės grandinė
Energijos ištekliai yra diversifikuoti. Vieni ES energetikos rinka efektyviai pritaiko elektros perdavimo tinklus, kad būtų galima naudoti saulės ir vėjo generuojamą elektrą. Fotoelektra yra konkurencinga pagal kainą su elektra gaunama iš tradicinių energijos išteklių. Žalios energijos vartojimas sudaro nemažą dalį pasauliniame energijos balanse. Kitaip nei ekonomiškai išsivysčiusiose šalyse, besivystančiose ekonomikos lokaliai generuojama elektra sudaro didelę elektros pasiūlos dalį.	Kristalinis silicis išlieka pagrindine ir laisvai prieinama žaliava. Fotoelektros vertės grandinė išlieka iš esmės nepasikeitusi. Pagrindinė konkurencingumo sąlyga: kaina.
Scenarijus „Sugriautos sienos“	
Aplinka	Vertės grandinė
Nebėra politinių / teisinių fotoelektros ir kitų atsinaujinančių išteklių vartojimo paramos schemų. Tačiau politiniai prioritetai yra nukreipti į aplinkosauginį reguliavimą, siekiant sumažinti klimato kaitą per švarios energijos naudojimą. Energetikos rinkoje dominuoja ekonominiai faktoriai. Pagrindiniai fotoelektros konkurentai yra biomasė, termobranduolinė energetika ir žymiai efektyvesnis iškastinio kuro naudojimas. Tačiau radikalūs pokyčiai energijos saugojimo technologijose, o taip pat ir fotoelektros technologijose (aukštą efektyvumą sąlygojančių technologinių koncepcijų įdiegimas į gamybą) įgalina greitą pasaulinės fotoelektros rinkos plėtrą.	Didelė gamintojų, tiekėjų ir vartotojų įvairovė. Gamybos ir tiekimo vertės grandinės dalys lanksčios ir įgalinančios teikti pritaikomus pagal vartotojo poreikius ir norus sprendimus. Vertės grandinė yra trumpesnė, gamintojai ženkliai arčiau prie vartotojų. Pagrindinės konkurencingumo sąlygos: kaina ir lanksti gamyba.
Scenarijus „Žingsnis po žingsnio“	
Aplinka	Vertės grandinė
Vyksta nespirtus, bet užtikrintas fotoelektros technologijų vystymasis, įgalinantis fotoelektrai sudaryti nors ir nedidelę dalį bendroje energijos pasiūloje. Vyriausybės sistemai	Kristalinio silicio žaliavos kainos išlieka stabilios ir nėra jų nepakankamumo. Instaliavimo pelno maržos yra ženkliai sumažėjusios dėl didelės konkurencijos. Kristalinio silicio

diegia priemones, skatinančias įtakos klimato kaitai mažinimą ir energetinės nepriklausomybės didinimą. Yra nuosaikus energijos poreikio ir energijos kainų (dėl mažėjančių iškastinio kuro rezervų) augimas. Vartotojai yra labiau sąmoningi ir linkę naudoti atsinaujinančios energijos išteklius.	fotoelektrinių modulių ir jėgainių efektyvumas padidėjęs iki 18-20 proc. (bent po 1 proc. per 5 metus). Dominuoja vertikalčiai integruotos vertės grandinės. Pagrindinės konkurencingumo sąlygos: kaina ir kokybė (efektyvumas ir jo ilgalaikis stabilumas).
Scenarijus „Formulė-1“	
Aplinka	Vertės grandinė
Didžioji dalis šiandieninių technologinių rinkos barjerų, stabdančių fotoelektros naudojimą ir plėtrą, yra pašalinti. Išstobulintos elektros saugojimo technologijos. Rinkoje ženkliai dalis sudaro tiek kristalinio silicio, tiek ir naujos kartos didelio efektyvumo technologijos. Pagrindinės naudojamos technologijos yra pagrįstos organinėmis, CIGS, nanostruktūrizuotomis medžiagomis. Fotoelektros dalis energijos pakete sudaro ženklią dalį. Substitutai fotoelektrai nėra labai paplitę, nes dėl technologinio nebrandumo nėra pakankamai konkurencingi. Atsinaujinanti energetika yra apmokestinama, siekiant išlaikyti esamus, įprastus išteklius naudojančias jėgaines. Išmanusis elektros perdavimo tinklas yra pilnai išvystytas.	Atskirų, konkrečių žaliavų (kristalinio silicio ar organinių junginių) gamintojai neturi dominuojančios pozicijos rinkoje. Ima dominuoti atitinkamuose regionuose, kuriuose yra reikalingų žaliavų telkiniai, esantys gamintojai (pvz. būtų Bolivija, kuri turi didžiausius indžio, reikalingo CIGS moduliams, rezervus). Į vertės grandinę įsitraukia dalyviai iš kitų pramonės šakų (statybos, automobilių, tekstilės ir kt.). Bendradarbiavimas tarp vertės dalyvių yra ženkliai intensyvesnis. Dabartiniai saulės elementų ir fotoelektrinių modulių gamintojai turi pritaikyti savo gamybinius pajėgumus prie naujų technologijų, o jėgainių instaliuotojai įgyti naujų kompetencijų reikalingų naujiems taikymams. Pagrindinės konkurencingumo sąlygos: kaina ir gebėjimas pasiūlyti vartotojui inovatyvius produktus.

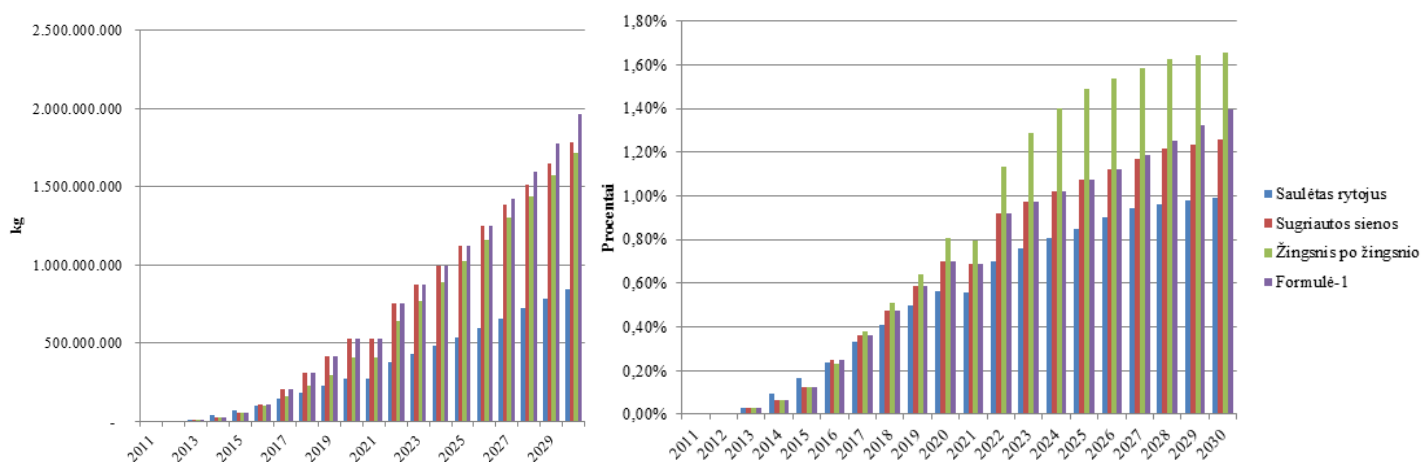
Suformuluotieji Lietuvos fotoelektros vystymosi scenarijai gali būti vizualizuoti makroekonominių rodiklių – tokių kaip gamybos apimtys ir sukurtos darbo vietos (26 pav.), potencialios rinkų/eksporto apimtys (27 pav.), CO₂ sutaupymai bei fotoelektros dalis bendrame Lietuvos elektros vartojime (28 pav.



26 pav. Suminiai saulės elementų ir fotoelektrinių modulių gamybiniai pajėgumai (kairėje); sukurtos darbo vietos Lietuvos fotoelektros ir susijusios pramonės sektoriuose (dešinėje)



27 pav. Suminės fotoelektrinių produktų pardavimų pajamos (kairėje); Lietuvos fotoelektros produktų eksporto apimtys (dešinėje)



28 pav. Suminis CO₂ sutaupymas naudojant Lietuvoje pagamintus fotoelektrinius modulius (kairėje); fotoelektros dalis Lietuvos elektros vartojimo rinkoje (dešinėje)

Skirtingų scenarijų makroekonominių rodiklių 2030 m. palyginimas yra pateikiamas lentelėje 13:

Lentelė 13: Potencialių scenarijų iki 2030 m. makroekonominių rodiklių palyginimas

Scenarijus Rodiklis	Saulėtas rytojus	Sugriautos sienos	Žingsnis po žingsnio	Formulė-1
Gamybiniai pajėgumai (MW)	165	395	395	395
Suminė gamybos apimtis (MW)	2930	5955	5655	6595
Lietuviškų fotoelektrinių produktų užimama ES rinkos dalis, proc.	0,01	0,03	0,03	0,04
Fotoelektros dalis	1,0	1,3	1,7	1,4

Scenarijus Rodiklis	Saulėtas rytoj	Sugriautos sienos	Žingsnis po žingsnio	Formulė-1
Lietuvos elektros suvartojime, proc.				
Sukurtos darbo vietos Lietuvos fotoelektros ir susijusios pramonės sektoriuose, skaičius	878	2275	2165	3300
Dėka naudojamos fotoelektros sutaupyti CO ₂ kiekiai, Mt (iš jų Kt Lietuvoje)	0,8 (104)	1,7 (132)	1,7 (174)	1,9 (146)

Apibendrinant visus scenarijus galima teigti, kad bet kuriuo iš galimos ateities atvejų konkurencingas Lietuvos fotoelektros sektorius prisidės prie Lietuvos ir ES siekiamo vis didesnio žalios energijos vartojimo ir energetinio nepriklausomumo.³¹ Taip pat Lietuvos fotoelektros sektorius gali tapti aukštos kvalifikacijos darbo vietų kūrėju aukštųjų technologijų srityje bei ženkliai prisidės prie Lietuvos eksporto lygio augimo. Tačiau FTK yra svarbu atsižvelgti į reikalingas investicijas kiekvieno iš scenarijų atveju (pvz. apie ~30 M€ poreikis esant radikaliems technologijų pokyčiams) ir nustatyti investicinius prioritetus, kurie padėtų išsaugoti konkurencinį pranašumą bet kurios ateities atveju.

5.2 Ilgalaikio fotoelektros pramonės vystymo Lietuvoje strategija

Lietuvos FE sektoriaus vystymosi scenarijų kūrimo procesas nėra įrankis skirtas tik FTK plėtros ir jo narių veiklos strateginiam planavimui. Jis taip pat yra skirtas ir kitoms susijusioms institucijoms siekiančioms skatinti ir prisidėti prie kryptingos Lietuvos pramonės plėtros ir aukštųjų technologijų dalies pramonėje didėjimo. Sukurtieji ateities scenarijai yra naudingi tuo, kad gali suteikti vertingą strateginių pasirinkimų ir planų, kurie dažnai susitelkia ties norimais rezultatais, nei ties tikroviškais galimybėmis, „realumo patikrinimą“. Scenarijai atskleidžia pagrindinius ateities iššūkius ir rizikas ir padeda į juos atsižvelgti vystant tvarias ateities vizijas ir plėtros strategijas, nepriklausomai nuo to, kuris scenarijus (ar jų derinys) taps tikrove. Tam, kad išanalizuoti strateginius pasirinkimus ir jų aktualumą atitinkamiems scenarijams, buvo sudaryta matrica, kurios pagrindinis tikslas atvaizduoti kiek kiekvienas galimas pasirinkimas yra veiksmingas (gali būti įgyvendintas atitinkamame scenarijuje?) ir reikšmingas (turės ženklų įtaką laukiamam pokyčiui?) ir kiek reali tikėtina nauda iš numatomų investicijų. Šis metodas, vadinamas, vėjo tuneliu (*angl. wind-tunneling*) padeda prioritetizuoti pasirinkimus, įvardinant, kurie iš jų yra:

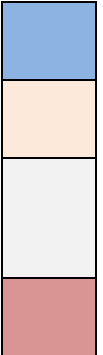
- Veiksmingi ar reikšmingi visuose scenarijuose – tai parodo aukštą pasirinkimo prioritetą;
- Veiksmingi ar reikšmingi tik atitinkamuose scenarijuose – tai parodo vidutinį pasirinkimo prioritetą;

³¹EPIA & Greenpeace.Solar generation 6. Solar photovoltaic electricity empowering the world (2011)

- Nėra veiksmingi ar reikšmingi nei viename scenarijuje – tai reiškia žemą prioritetą.

Po Lietuvos fotoelektros pramonės strateginių pasirinkimų analizės, buvo naudojamas prioritizavimas pagal žemiau pateikiamą skalę:

- Veiksmingas ir reikšmingas visuose scenarijuose (aukštas prioritetas)
- Veiksmingas bet mažiau reikšmingas visuose scenarijuose (vidutinis prioritetas)
- Veiksmingas ar reikšmingas tik tam tikruose scenarijuose (vidutinis prioritetas, tinka tam tikriems scenarijams)
- Nėra veiksmingas ar reikšmingas atitinkamame scenarijuje (žemas prioritetas)



Lietuvos FE sektoriaus vystymosi scenarijai buvo suformuluoti taip, kad kiekvienas FTK narys ar kitos organizacijos, kurie dalyvavo scenarijų kūrimo, galėtų mikro lygmenyje analizuoti aktualias verslo, ekonomines ar politines galimybes kiekvienoje iš galimų atečių. Makro lygmens Lietuvos FE sektoriaus strateginių pasirinkimų matrica yra pateikiama lentelėje 14.

Lentelė 14: Strateginių pasirinkimų matrica

Strateginis pasirinkimas (įgyvendinimo terminas iki 2025 m.)	Reiškmingumas atitinkamam vystymosi scenarijui				Pridėtinės vertės ir kaštų santykis				Specifinės įgyvendinimo priemonės
	Saulėtas rytoj	Sugriautos sienos	Žingsnis po žingsnio	Formulė-1	Saulėtas rytoj	Sugriautos sienos	Žingsnis po žingsnio	Formulė-1	
Investicijos į žmogiškuosius išteklius									
Švietimo sistemos perorientavimas link technologinių disciplinų dominavimo	7,5	8,5	7,5	9	7	7	6	7	1. Stipendijos studentams skiriamos FTK 2. Studentų stažuotės fotoelektros sektoriaus įmonėse 3. Rekomendacijų Švietimo ir mokslo ministerijai parengimas, siekiant padidinti į technologinius mokslus priimanų studentų skaičių
Padidinti fotoelektros sektoriaus žmogiškųjų išteklių kokybę (sritys: gamyba, valdymas, tarptautiniai pardavimai, inžinerija)	7,5	7,5	8	7,5	8	6	7	6	Skatinti ir remti priemonių, skirtų studijų kokybės gerinimui, įgyvendinimą
Bendradarbiavimas su lyderiaujančiomis fotoelektros pramonėje šalimis ir įmonėmis (sritys: technologijos, valdymas, marketingas)	8,5	9,5	9	9,5	10	9	10	9	Pilnas priemonių įgyvendinimas pagal strateginį pasirinkimą.
Tinkama nacionalinė teisinė ir technologinė fotoelektros sektoriaus aplinka									
Sukurti teisinę bazę ir technines sąlygas dvipusės apskaitos (angl. net-metering) sistemai	7	6	7	6	8	6	8	6	Pilnas priemonių įgyvendinimas pagal strateginį pasirinkimą.
Fotoelektrinių jėgainių instaliavimo administracinio proceso supaprastinimas (įskaitant ir į pastatus integruojamas fotoelektrine jėgaines)	7	6	7	6	8	5	8	5	Inicijuoti naujų teisinių priemonių priėmimą ir įgyvendinimą
Finansinė parama skatinanti investicijas į atsinaujinančių išteklių naudojimą	7,5	7	7,5	7	Nėra aktualu	Nėra aktualu	9	Nėra aktualu	Fotoelektros sektoriaus dalyviai negali ženkliai įtakoti šio strateginio pasirinkimo įgyvendinimo
Lietuvos elektros perdavimo tinklų modernizacija	8	8	8	8	-	-	-	-	Papildomas strateginis pasirinkimas. Fotoelektros sektoriaus dalyviai negali ženkliai įtakoti šio strateginio pasirinkimo įgyvendinimo
Išmaniojo tinklo sukūrimas Lietuvoje	8	7	8	7	7	9	7	9	Fotoelektros sektoriaus dalyviai negali ženkliai įtakoti šio strateginio pasirinkimo įgyvendinimo

Strateginis pasirinkimas (įgyvendinimo terminas iki 2025 m.)	Reiškmingumas atitinkamam vystymosi scenarijui				Pridėtinės vertės ir kaštų santykis				Specifinės įgyvendinimo priemonės
	Saulėtas rytojus	Sugriautos sienos	Žingsnis po žingsnio	Formulė-1	Saulėtas rytojus	Sugriautos sienos	Žingsnis po žingsnio	Formulė-1	
Fotoelektros vertės grandinės vystymas Lietuvoje									
Specializacija ir orientacija link aukštos pridėtinės vertės nišinių produktų ir rinkų	8	8,5	8	8,5	9	8	10	9	Pilnas priemonių įgyvendinimas pagal strateginį pasirinkimą.
Ryšių tarp skirtingų Lietuvos fotoelektros sektoriaus dalyvių stiprinimas, skatinantis specializaciją. Integruotas vertės grandinės valdymas	7	6	7	6	7	6	8	5	Pilnas priemonių įgyvendinimas pagal strateginį pasirinkimą. Investicijos į žinias ir technologijas
Vertikalių ryšių Lietuvos fotoelektros vertės grandinėje stiprinimas	7	6	7	6	6	8	6	8	Pilnas priemonių įgyvendinimas pagal strateginį pasirinkimą. Investicijos į mokslinius tyrimus, žinias ir technologijas
Horizontalių ryšių Lietuvos fotoelektros vertės grandinėje stiprinimas	7	6	7	6	7	9	7	9	Pilnas priemonių įgyvendinimas pagal strateginį pasirinkimą. Investicijos į žinias ir technologijas
Investicijos į nepakankamai išvystytas Lietuvos fotoelektros vertės grandinės dalis	7	6	7	6	9	7	9	7	Pilnas priemonių įgyvendinimas pagal strateginį pasirinkimą, bet riboti pajėgumai
Atskirų įmonių ir/ar įmonių grupių integracija į užsienio fotoelektros vertės grandines	9	6	8,5	6	10	7	10	7	Pilnas priemonių įgyvendinimas pagal strateginį pasirinkimą.
Investicijos į susijusius inovatyvius sprendimus (pvz. energiją taupantys, nulinės energijos namai), kurie didintų fotoelektros technologijų paklausą	8	7	8	7	6	8	6	8	Pilnas priemonių įgyvendinimas pagal strateginį pasirinkimą, bet riboti pajėgumai
Žalios energetikos demonstracinių centrų kūrimas	5,5	5,5	5,5	5,5	5	5	5	5	Riboti pajėgumai įgyvendinti reikalingas priemones
Investicijos į gamybą ir tiekimo infrastruktūrą									
Saulės elementų gamybos reorganizavimas, pagal naujai atsirandančias technologijas (organiniai, CIGS saulės elementai) bei fotoelektrinių modulių gamybos technologijų pritaikymas skirtingiems fotoelektros taikymams	7	9	7,5	9,5	7	9	7	9	Riboti pajėgumai sąlygoti reikalingus pokyčius
Saulės elementų gamybos reorganizavimas, pagal naujai atsirandančias technologijas (silicio pagrindu) bei fotoelektrinių modulių gamybos technologijų pritaikymas skirtingiems fotoelektros taikymams	9	7	9	7	6	Nėra aktualu	6	Nėra aktualu	Riboti pajėgumai įgyvendinti reikalingas priemones

Strateginis pasirinkimas (įgyvendinimo terminas iki 2025 m.)	Reiškmingumas atitinkamam vystymosi scenarijui				Pridėtinės vertės ir kaštų santykis				Specifinės įgyvendinimo priemonės
	Saulėtas rytojus	Sugriautos sienos	Žingsnis po žingsnio	Formulė-1	Saulėtas rytojus	Sugriautos sienos	Žingsnis po žingsnio	Formulė-1	
Investicijos į mokslinius tyrimus ir technologinę plėtrą									
MTTP sistemos orientacija tink pramoninių tyrimų, bendradarbiavimo tarp verslo ir technologijų kūrėjų	8,5	9,5	7,5	9,5	10	8	10	8	Riboti pajėgumai sąlygoti reikalingus pokyčius
Fotolektros įtraukimas į Lietuvos ES paramos sumanios specializacijos prioritetus	9	9	9	9	9	9	9	9	Pilnas priemonių įgyvendinimas pagal strateginį pasirinkimą, bet riboti pajėgumai
Sukurti bendrą MTTP infrastruktūrą, skirtą fotolektros technologijų vystymui (Lietuvos FTK)	9,5	9	9,5	9	10	9	10	9	Pilnas priemonių įgyvendinimas pagal strateginį pasirinkimą.
Kristalinio silicio saulės elementų ir modulių technologijų efektyvumo didinimas, žaliavų ir gamybos kaštų mažinimas	8	6,5	8,5	6,5	9	6	9	6	Pilnas priemonių įgyvendinimas pagal strateginį pasirinkimą.
Naujų technologijų paieška, jų tyrimas ir vystymas (plonasluoksniai elementai/moduliai, į pastatus integruojami fotolektriniai moduliai, nanostruktūros ypatingai aukšto efektyvumo saulės elementams)	6,5	8	7	7,5	3	6	3	6	Riboti pajėgumai sąlygoti reikalingus pokyčius
Koordinuotos investicijos į naujos kartos, ateities technologijas pagal vertės grandinę (sukūrimas ir vystymas)	8	8	8	8	7	7,5	7	7,5	Pilnas priemonių įgyvendinimas pagal strateginį pasirinkimą.
Investicijos į energijos saugojimo technologijų MTTP (NiM akumulatoriai, vandenilio technologijos, nanotechnologijos)	8	6,5	8,5	6,5	5	3	5	3	Riboti pajėgumai sąlygoti reikalingus pokyčius

Yra keletas strateginių pasirinkimų, kurie yra ir veiksmingi, ir reikšmingi visuose scenarijuose, dėl to jiems turėtų būti suteiktas aukštas prioritetas. Pagrindinės strateginių pasirinkimų prioritetizavimo išvados yra pateikiamos lentelėje 15:

Lentelė 15: Aukšto prioriteto strateginiai pasirinkimai

<i>Aukšto prioriteto strateginis pasirinkimas</i>	<i>Komentaras</i>
Bendradarbiavimas su lyderiaujančiomis fotoelektros pramonėje šalimis ir įmonėmis (sritys: technologijos, valdymas, marketingas)	Šis pasirinkimas yra aktualus tiek technologinių pajėgumų vystymo, tiek ir žmogiškųjų išteklių gerinimo prasme. Tokio bendradarbiavimo pasiekimas sudarytų galimybes perimti priešakines ES ir pasaulio technologijas Lietuvos FE sektoriaus įmonėms bei mokslo ir tyrimų institucijoms neatsilikti nuo technologinio vystymosi, o kai kuriose technologijose užimti lyderių poziciją, ir išlikti konkurencingose pozicijose pasaulinėje FE rinkoje.
Specializacija ir orientacija link aukštos pridėtinės vertės nišinių produktų ir rinkų	Lietuvos FE gamintojai turi ribotas galimybes pasiekti mastų ekonomiją, dėl to nepaisant kurio scenarijus taps tikrąja ateitimi yra labai svarbu surasti savo kelią, kuris padėtų išsaugoti konkurencingumą rinkoje. Vienas iš pagrindinių būdų to siekti yra specializacija kuriant aukštos pridėtinės vertės nišinius produktus FE pramonei, pvz. į pastatus integruojami fotoelektriniai moduliai. Tokia specializacija gali užtikrinti lankstumą ir konkurencinį pranašumą prieš didžiuosius globalios rinkos FE gamintojus (Kinija, Taivanas, Vokietija).
MTTP sistemos orientacija link pramoninių tyrimų, bendradarbiavimo tarp verslo ir technologijų kūrėjų	Yra svarbu, kad Lietuvoje dominuotų pramoniniai ir/arba taikomieji tyrimai. Tai leistų Lietuvos verslo įmonėms, kurios naudotų šiuos mokslinių tyrimų rezultatus, siekti konkurencinio pranašumo ir specializuotis didelę pridėtinę vertę turinčių nišinių produktų kūrime ir gamyboje. Be originaliųjų mokslinių tyrimų rezultatų, kuriuos Lietuvos FE produktų gamintojai galėtų taikyti versle, tarptautinė konkurencija apsiribotų tik kainos konkurencija.
Fotoelektros įtraukimas į Lietuvos ES paramos sumamos specializacijos prioritetus	Jeigu FE sektorius (kai kurios iš technologijų) būtų įtrauktos į sumamos specializacijos programos prioritetus Lietuvoje, tai atvertų galimybes per ateinančius 6-8 metus pritraukti į FE sektorių ženklias investicijas, tiek iš ES, tiek iš privataus sektoriaus (kaip ko-finansavimą) įvairiems reikalingiems moksliniams tyrimams ir technologinei plėtrai, inovacijų diegimui, eksporto skatinimui. Šios investicijos ženkliai prisidėtų prie kitų strateginių pasirinkimų įgyvendinimo.
Sukurti bendrą MTTP infrastruktūrą, skirtą fotoelektros technologijų vystymui (Lietuvos FTK)	Bendros MTTP infrastruktūros FE technologijų vystymui sukūrimas įgalintų: - Atlikti naujų gaminių testavimą ir sertifikavimą Lietuvoje, taip sumažinant rizikas ir kaštus; - Sustiprinti ryšius tarp verslo ir mokslo, taip kaip ir tarp Lietuvos fotoelektros technologijų klasterio narių; - Įgyvendinti taikomųjų ir pramoninių tyrimų projektus, kurių rezultatai galėtų būti greitai perkelti į pramonę ir tiesiogiai naudojami aukštos pridėtinės vertės nišinių produktų gamyboje; - Koordinuoti investicijas į Lietuvos FE grandinės vystymą.

Kartu su aukšto prioriteto strateginiais pasirinkimais, papildomas dėmesys turi būti skiriamas ir vidutinio prioriteto pasirinkimams. Šie strateginiai pasirinkimai taip pat yra aktualūs Lietuvos FE sektoriaus vystymuisi, tačiau daugeliu atveju FTK ir jo nariai turi ribotas galimybes įtakoti dabartinės situacijos pokyčius. Tačiau, kai kurių galimų priemonių ar iniciatyvų įgyvendinimas, gali iššaukti ir didesnius visos sistemos pokyčius. Pagrindiniai vidutinio prioriteto strateginiai pasirinkimai yra šie:

- Švietimo sistemos perorientavimas link technologinių disciplinų dominavimo (pavyzdžiui stipendijos studentams skiriamos FTK, studentų stažuotės fotoelektros sektoriaus įmonėse, rekomendacijų Švietimo ir mokslo ministerijai parengimas, siekiant padidinti į technologinius mokslus priimamų studentų skaičių);
- Lietuvos fotoelektros verslo vertės grandinės plėtra;
- Finansinė parama skatinanti investicijas į atsinaujinančių išteklių naudojimą;
- Išmaniojo tinklo sukūrimas Lietuvoje;
- Horizontalių ryšių Lietuvos fotoelektros vertės grandinėje stiprinimas;
- Investicijos į nepakankamo išvystymo lygio Lietuvos FE vertės grandinės dalis
- Saulės elementų gamybos perorientavimas, pagal atsirandančias naujos silicio kartos technologijas ir fotoelektrinių modulių gamybos pritaikymas prie naujų FE taikymų, o esant galimybėm ir naujų gamybinių pajėgumų, pritaikytų naujos kartos fotoelektrinių produktų (organinių, CIGS, nanomedžiagos) kūrimas.

Pagrindinės iniciatyvos, kurios susijusios su vidutinio prioriteto strateginiais pasirinkimais ir galėtų būti įgyvendinamos FE sektoriaus dalyvių galėtų būti nukreiptos į pokyčius vertės grandinėje, jos sudėties ir atitinkamų vertės grandinės dalių sustiprinimą. Saulės elementų gamybos reorganizacija, pagal atsirandančias naujos kartos technologijas, pareikalautų labai didelių investicijų ir gali būti sunkiai įgyvendinama, nebent tai būtų labiau palaipsnis nei radikalus pokytis arba dabartinė FTK ir įmonių veikla bus labai sėkminga ir įgalins sukaupti reikiamas lėšas investicijoms.

Dar viena svarbi strateginių pasirinkimų grupė yra priskirtina prie to, kaip FE technologijos vystysis – t. y. jeigu vyks negreiti fotoelektros pramonės technologijų pokyčiai ir dominuos kristalinio silicio technologijos, bus labiau aktualūs vieni strateginiai pasirinkimai, o jeigu vyks radikalūs fotoelektros pramonės technologijų pokyčiai ir ims dominuoti naujos kartos technologijos– dėmesys turi būti kreipiamas į kitų strateginių pasirinkimų grupę. Atskiras strateginis pasirinkimas gali būti aktualus abejoms alternatyvoms, tačiau numatoma investicijos vertė yra didesnė atitinkamų technologijų vystymosi atveju. Strateginiai pasirinkimai, aktualūs skirtingoms technologijų vystymosi alternatyvoms, yra pateikiami lentelėje 16.

Lentelė 16: Strateginiai pasirinkimai pagal technologijų vystymosi spartą

<i>Negreiti fotoelektros pramonės technologijų pokyčiai ir kristalinio silicio dominavimas</i>	<i>Radikalūs fotoelektros pramonės technologijų pokyčiai ir naujos kartos technologijų dominavimas</i>
Padidinti fotoelektros sektoriaus žmogiškųjų išteklių kokybę (sritis: gamyba, valdymas, tarptautiniai pardavimai, inžinerija)	Vertikalių ryšių Lietuvos fotoelektros vertės grandinėje stiprinimas
Ryšių tarp skirtingų Lietuvos fotoelektros sektoriaus dalyvių stiprinimas, skatinantis specializaciją. Integruotas vertės grandinės valdymas	Investicijos į susijusius inovatyvius sprendimus (pvz. energiją taupantys, nulinės energijos namai), kurie didintų fotoelektros technologijų paklausą
Atskirų įmonių ir/ar įmonių grupių integracija į užsienio fotoelektros vertės grandines	Koordinuotos investicijos į naujos kartos, ateities technologijas pagal vertės grandinę (sukūrimas ir vystymas)

<i>Negreiti fotoelektros pramonės technologijų pokyčiai ir kristalinio silicio dominavimas</i>	<i>Radikalūs fotoelektros pramonės technologijų pokyčiai ir naujos kartos technologijų dominavimas</i>
Saulės elementų gamybos perorientavimas, pagal naujai atsirandančias technologijas (silicio pagrindu) bei fotoelektrinių modulių gamybos technologijų pritaikymas skirtingiems fotoelektros taikymams	Saulės elementų gamybos perorientavimas, pagal naujai atsirandančias technologijas (organiniai, CIGS saulės elementai) bei fotoelektrinių modulių gamybos technologijų pritaikymas skirtingiems fotoelektros taikymams
Kristalinio silicio saulės elementų ir modulių technologijų efektyvumo didinimas, žaliavų ir gamybos kaštų mažinimas	Naujų technologijų paieška, jų tyrimas ir vystymas (plonasluoksniai elementai/moduliai, į pastatus integruojami fotoelektriniai moduliai, nanostruktūros ypatingai aukšto efektyvumo saulės elementams)
Investicijos į energijos saugojimo technologijų MTTP (NiM akumulatoriai, vandenilio technologijos, superkondensatoriai, nanotechnologijos).	

Atsižvelgiant į strateginių pasirinkimų svarbumą ir veiksmingumą buvo parengtos rekomendacijos ir detalizuoti strateginiai pasirinkimai, sudarantys pagrindą fotoelektros technologijų klasterio ir fotoelektros pramonės sektoriaus strateginiam plėtros planui. Šio strateginio plėtros plano, įgalinčio integruotą vertės grandinės valdymą, pagrindinis tikslas įvardinti pagrindinius plėtros etapus, kurie sudarytų prielaidas ilgalaikiam Lietuvos fotoelektros sektoriaus konkurencingumui užtikrinti.

Ne mažiau svarbus tikslas yra inicijuoti diskusijas su LR Ūkio ministerija, LR Energetikos ministerija, LR Švietimo ir mokslo ministerija, Lietuvos mokslo taryba bei kitomis suinteresuotomis institucijomis, nacionaliniu mastu prisidedančioms prie ES20/20/20 tikslų įgyvendinimo bei siekiančioms skatinti Lietuvos pramonės plėtrą ir aukštųjų technologijų dalies pramonėje didėjimą, apie efektyvias priemones, kurias padėtų siekti užsibrėžtų strateginių tikslų.

Strateginis planas yra pateikiamas visiems vertės grandinės etapams: žaliavoms (lentelė 17), saulės elementams (lentelė 16), fotoelektriniams moduliams (lentelė 17) ir fotoelektrinių sistemų instaliavimui (lentelė 18). Dauguma iš artimojo laikotarpio (iki 2015 m.) strateginio plano etapų jau yra pradėti įgyvendinti, kiekvienam iš įvardintų veiksmų suburiant darbo grupes bei inicijuojant MTTP projektus ar pritraukiant rizikos kapitalą. Vidutinio (2016–2020 m.) ir ilgojo (2020–2030 m.) laikotarpių planai konkrečią išraišką įgaus palaipsniui atsižvelgiant į trumpuoju laikotarpiu pasiektus rezultatus ir į fotoelektros sektorių įtakančią globalią aplinką bei dabar dominuojančių tendencijų pokyčius.

Lentelė 17: Žaliavų vertės grandinės dalies strateginis planas 2013–2020/30 m. laikotarpiui

Žaliavos								
Metai	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2020-2030
Gamyba	Perkeliami naudoti silicio (Si) liečių pjaustymo gamybiniai pajėgumai (naudojant Lietuvos specialistų apmokytų užsienyje ir/arba kviestinių specialistų žiniomis).				Gamybinių pajėgumų atnaujinimas įdiegiant technologines naujoves Si liečių auginime ir pjaustyme. (naudojant Lietuvoje paruoštų specialistų ir/arba kviestinių specialistų žiniomis).		Si gamybos ir pjaustymo atnaujinimas ir plėtra įsigyjant naujus įrenginius	100-120 μm storio Si plokštelių gamyba
							n-Si gamybos paleidimas	Benuostolinės (angl. kerfless) Si plokštelių gamybos paleidimas
MTTP veiklos	Įkuriamos laboratorijos, skirtos Si žaliavos kokybės tyrimams ir technologijos vystymui (naudojant tinkamą kvalifikaciją turinčių mokslininkų žiniomis ir/arba kviečiant specialistus iš užsienio)				Moksliniai tyrimai skirti silicio žaliavos kokybės kontrolei ir didinimui			
					Naujų Si pjaustymo technologijų tyrimams skirtos infrastruktūros sukūrimas	Moksliniai tyrimai skirti naujų technologijų įsisavinimui (angl. kerfless, wafer-like)		
	Moksliniai tyrimai skirti alternatyvių FE technologijų žaliavų gamybai (TiO ₂ nanodalelės, amorfinis Si ir kt.)							
Studijos/ specialistų ruošimas ir/ar perkvalifi- kavimas	Paruošiamos ir pradedamos įgyvendinti studijų programos (universitetinėms ir neuniversitetinėms mokykloms), skirtos Si žaliavos gamybos specialistams rengti (naudojant Lietuvos specialistų apmokytų užsienyje ir/arba kviestinių specialistų žiniomis).	Specializuoto mokymų centro klasterio MTTP infrastruktūros pagrindu įsteigimas	Studijų programų atnaujinimas atsižvelgiant į technologijų kaitą				Studijų programų atnaujinimas atsižvelgiant į technologijų kaitą	

Lentelė 18: Saulės elementų vertės grandinės dalies strateginis planas 2013–2020/30 m. laikotarpiui

Saulės elementai								
Metai	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2020-2030
Gamyba	Tūrinio multikristalinio silicio saulės elementų su selektyviu emiteriu gamybos paleidimas		Multi-Si PERC saulės elementų gamybos paleidimas	Monokristalinio Si PERC saulės elementų gamybos paleidimas	Si saulės elementų su metalų, pakeičiančių sidabrą, kontaktais gamybos paleidimas		n-Si saulės elementų gamybos paleidimas	Hibridinių silicio saulės elementų gamybos paleidimas
			Lazerinių sistemų PERC technologijai gamybos paleidimas	Pasyvavimo dangų PERC saulės elementams įrenginių gamybos paleidimas (gamybos perkėlimas iš Vokietijos)	Įrengimų kontaktų iš alternatyvių sidabro pastai medžiagų dengimui gamybos paleidimas			Naujos kartos saulės elementų technologijų (plonasluoksniai, organiniai, kiti) paleidimas į gamybą
MTTP veiklos	Pramoniniai tyrimai (pilotinė gamybinė linija), skirti sukurti aukštesnio efektyvumo silicio saulės elementus PERC struktūros pagrindu		Pramoniniai tyrimai (pilotinė gamybinė linija) PERC technologijos pritaikymui monokristaliniam siliciui	Pramoniniai tyrimai (pilotinė gamybinė linija), Si saulės elementų su metalų, pakeičiančių sidabrą, kontaktais gamybai	Pramoniniai tyrimai (pilotinė gamybinė linija), n-Si saulės elementų gamybai			Pramoniniai tyrimai (pilotinė gamybinė linija) hibridinių silicio saulės elementų gamybai
	Lazerinės sistemos, skirtos PERC elementų kontaktų užnešimui, kūrimas		Kontaktų iš alternatyvių medžiagų dengimo įrenginių kūrimas					
	Tyrimai, skirti perspektyvių struktūrų (IBC, hibridinių tūrinio Si/plonasluoksnis Si ir kt.) bei naujos žaliavos kontaktams ir n-Si panaudojimo saulės elementams, kurti			n-Si saulės elementų gamybinės technologijos kūrimas		Perspektyvių struktūrų bei naujų technologinių procesų tyrimai Si pagrindu gaminamų saulės elementams (plonos Si plokštelės, bei naujos kartos žaliavos panaudojimas)		
	Alternatyvių technologijų saulės elementų tyrimai: CIGS, CZTS, organinės medžiagos, perovskitinės struktūros							
Studijos/ specialistų ruošimas ir/ar perkvalifi- kavimas	Ruošiami fizikai ir chemikai - medžiagotyros specialistai, parengiama ir pradėta įgyvendinti magistrantūros fotoelektros specialybė		Specializuoto mokymų centro klasterio MTEP infrastruktūros pagrindu įsteigimas	Studijų programų atnaujinimas atsižvelgiant į technologijų kaitą			Studijų programų atnaujinimas atsižvelgiant į technologijų kaitą	

Lentelė 19: Fotoelektrinių modulių vertės grandinės dalies strateginis planas 2013–2020/30 m. laikotarpiui

Fotoelektriniai moduliai								
Metai	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2020-2030
Gamyba	I pastatus integruotų fotoelektrinių modulių (<i>angl. BIPV</i>) gamybos paleidimas		I pastatus integruotų (BIPV) fotoelektrinių modulių lanksčios gamybos paleidimas	Fotoelektrinių modulių išlenktiems paviršiams gamybos paleidimas	Mechaniškai lanksčių modulių gamybos paleidimas		I pastatus integruotų (BIPV) fotoelektrinių modulių lanksčios gamybos plėtra	I pastatus integruotų (BIPV) fotoelektrinių modulių lanksčios gamybos plėtra
	Konstruktinių elementų fotoelektriniais moduliams gamybos paleidimas		Pastatų konstrukcinių elementų su integruotais fotoelektros sprendimais gamybos paleidimas					Naujo tipo (lanksčių ir kt.) fotoelektrinių modulių gamybos paleidimas ir plėtra
MTTP veiklos	I pastatus integruotų (BIPV) fotoelektrinių modulių lanksčios gamybos įgyvendinimo tyrimai		Pramoniniai tyrimai (pilotinė gamybinė linija) mechaniškai lanksčių fotoelektrinių modulių gamybai				Naujų gamybos technologijų perkėlimas į pilotinę skalę	
	Naujų gamybos procesų 3D ir mechaniškai lanksčių fotoelektrinių gamybai paieškiniai tyrimai.			Naujų gamybos technologijų fotoelektrinių modulių gamybai paieškiniai tyrimai.				
	Naujų konstrukcinių medžiagų (silikoninės medžiagos, plastikai, dervos, stiklas ir kt.) fotoelektrinių modulių gamybos atpiginimui paieškiniai tyrimai.							
	Tyrimai, skirti gamyboje esamų standartinių fotoelektrinių modulių gamybos problemų sprendimams							
Matavimai, testavimas ir sertifikavimas	Klasterio atviros prieigos laboratorijų veiklos pradžia	Klasterio atviros prieigos laboratorijų akreditavimas			Fotoelektros produktų Sertifikavimo centro inicijavimas	Fotoelektros produktų Sertifikavimo centro veiklos pradžia		
Studijos/ specialistų ruošimas ir/ar perkvalifi- kavimas	Paruošiamos ir pradėdamos įgyvendinti studijų programos (universitetinėms ir neuniversitetinėms mokykloms), skirtos Si žaliavos gamybos specialistams rengti (naudojant Lietuvos specialistų apmokytų užsienyje ir/arba kviestinių specialistų žiniomis).		Specializuoto mokymų centro klasterio MTEP infrastruktūros pagrindu įsteigimas	Studijų programų atnaujinimas atsižvelgiant į technologijų kaitą			Studijų programų atnaujinimas atsižvelgiant į technologijų kaitą	

Lentelė 20: Fotoelektrinių sistemų instaliavimo vertės grandinės dalies strateginis planas 2013–2020/30 m. laikotarpiui

Fotoelektrinių sistemų instaliavimas								
Metai	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2020-2030
Teisinė aplinka	Dvipusės apskaitos sistemos (angl. net-metering) įteisinimas	Kitų verslo modelių (Fotoelektros įsigijimo susitarimai, naudojimas savo reikmėms ir kt.) įteisinimas		Išmanaus tinklo teisinis įtvirtinimas	ES RES direktyvos dėl aktyvių pastatų viešajame sektoriuje įsigaliojimas	Susijusių su įsigaliojusių poįstatyminių aktų parengimas		ES RES direktyvos dėl aktyvių pastatų naujų pastatų sektoriuje įsigaliojimas
Gamyba		Mažų fotoelektrinių jėgainių, skirtų namų ūkio aptarnavimui, instaliavimas	BOS komponentų (kabeliavimas, tvirtinimo elementai) gamybos paleidimas	Mikroinverterių gamybos paleidimas	Į pastatus integruotų fotoelektrinių jėgainių ir fotoelektrinių pastatų konstrukcinių elementų instaliavimas			
		Mažų funkcinių jėgainių apšvietimo, signalizacijos, reklamos, apsaugos sistemoms gamybos paleidimas			Mažų fotoelektrinių jėgainių su elektros saugojimo sprendimais namų ūkiui instaliavimas			
		BIPV moduliams skirtų valdymo blokų gamybos paleidimas	Pastatų konstrukcinių elementų su FE integravimu gamyba (BIPV moduliai, stiklo paketai su FE integravimu)					
MTTP veiklos	BIPV moduliams skirtų valdymo blokų kūrimas	Mikroinverterių technologinės/pramoninės koncepcijos kūrimas		Išmaniojo tinklo problemų nagrinėjimas ir technologinių sprendimų kūrimas				
		Fotoelektrinių jėgainių valdymo pagal išmaniojo tinklo reikalavimus kūrimas						
	Mažų funkcinių jėgainių technologinės koncepcijos	Pastatų konstrukcinių elementų su integruotais fotoelektros sprendimais naujų technologinių/pramoninių koncepcijų kūrimas						

	kūrimas					
<i>Studijos/ specialistų ruošimas ir/ar perkvalifi- kavimas</i>	Paruošiamos ir pradedamos įgyvendinti studijų programos (universitetinėms ir neuniversitetinėms mokykloms), skirtos Si žaliavos gamybos specialistams rengti (naudojant Lietuvos specialistų apmokyty užsienyje ir/arba kviestinių specialistų žiniomis).	Specializuoto mokymų centro klasterio MTEP infrastruktūros pagrindu įsteigimas	Studijų programų atnaujinimas atsižvelgiant į technologijų kaitą		Studijų programų atnaujinimas atsižvelgiant į technologijų kaitą	

6 Rezultatai ir išvados

Pagrindiniai šios technologinės įžvalgos rezultatai ir išvados yra šie:

- Apžvelgtos fotoelektros technologijų ilgalaikės dominuojančios vystymosi tendencijos globalios energetikos sistemos kontekste, fotoelektros rinkos ir verslo dinamika bei išanalizuoti naujų ir jau vystomų technologijų ir jų pagrindu kuriamų produktų brandumas ir jų potencialaus įsivyravimo gamyboje įtaka verslui. Analizė parodė, kad:
 - 2015–2020 m. rinka bus ženkli (instaliacijos vidutiniškai po 30 GW per metus), ilguoju laikotarpiu (2021–2025 m.) – po ~50 GW per metus;
 - per artimiausius metus daugelyje šalių bus pasiektas tinklo paritetas, kas dar labiau skatins fotoelektros paklausą;
 - ypatingai greitai augs į pastatus integruojamų fotoelektrinių modulių rinkos segmentas;
 - kursis nauji lankstūs verslo modeliai, skatinantys gamintojų specializaciją;
 - net ir ilguoju laikotarpiu kristalinio silicio technologijos išliks dominuojančios, nors kitų technologijų dalis sparčiai augs.
- Lietuvos fotoelektros technologijų klasteris ir jo narių pastangomis atkurtas Lietuvos fotoelektros pramonės sektorius šiuo metu yra pasiruošęs konkuruoti tarptautiniu mastu, nes yra: aktyvus verslas, efektyviai bendradarbiaujama su privačiomis ir valstybinėmis mokslo institucijomis, diegiamos pažangiausios technologijos ir *know-how*, užmegzti ir palaikomi ryšiai su ES fotoelektros grandinės įmonėmis, palanki tiesioginės paramos aplinka. Taip pat teigiama aplinkybė verslui yra ta, kad šiuo metu iš vakarų Europos daug gamybinių pajėgumų yra keliama į gamybą palankesnio klimato aplinką, įskaitant ir į Lietuvą.
- Strateginiam technologijų vystymo planavimui buvo pasitelkti ateities scenarijų kūrimo metodika ir daugiau kaip 20 fotoelektros ekspertų žinios. Tai įgalino kompleksiškoje ir dinamiškoje fotoelektros technologijų ir verslo globalioje aplinkoje įvertinti skirtingas perspektyvas, atsižvelgti į skirtingus požiūrius apie dominuojančių tendencijų poveikį bei daugialypius tikslinių grupių lūkesčius ir tuo pagrindu įvardinti pagrindinius strateginius pasirinkimus. Šie strateginiai pasirinkimai tapo kertiniais elementais nuoseklaus strateginio plano rengimui, kuris padėtų išlikti Lietuvos fotoelektros klasteriui konkurencingu bet kuriuo iš ateities variantų
- Parengtas strateginis plėtros planas 2014-2020/2030 m. laikotarpiui, kuriame yra įvardinti mokslo, technologiniai ir inovacijų diegimo prioritetai bei technologinės infrastruktūros plėtros kryptys, kurie įgalintų FTK vystyti naujus konkurencingus produktus.

Prielaidos technologinėje įžvalgoje suformuluoto strateginio plano įgyvendinimui:

- Bendradarbiaujant politikos, verslo ir pramonės, mokslo bei visuomenės atstovams, būtina sukurti efektyvias priemones, kurios išsaugotų verslui ir gamybai palankų klimatą, padėtų įgyvendinti strateginį planą bei neprarasti dabartinio konkurencingumo.
- Atsižvelgiant į detalizuotus strateginius pasirinkimus, reikia parengti ir įgyvendinti programas bei veiksmų planus, kurie skatintų inovacijas, fotoelektros ir susijusios pramonės sektorių augimą ir konkurencingumą.
- Sukurti aplinką, kuri skatintų bendradarbiauti su užsienio ir ypač ES šalių MTTP institucijomis ir novatoriškomis įmonėmis ir padėtų perkelti užsienio *know-how* ir technologijas bei investicijas į Lietuvą.