

Lietuvos puslaidininkių sektoriaus apžvalga

2022 m. I ketv.



SmartInotech
pramonei



Kuriame
Lietuvos ateitį
2014–2020 metų
Europos Sąjungos
fondų investicijų
veiksmų programa

TURINYS

Santrauka	1
Puslaidininkų sektoriaus svarba Lietuvai	3
1. Puslaidininkų sektoriaus plėtra Lietuvoje: SSGG analizė	8
Stiprybės	9
Silpnybės	10
Galimybės	12
Grėsmės	16
2. Lietuvos puslaidininkų ekosistemos pamatas, rekomendacijos ir plėtros scenarijai	18
1. Puslaidininkų ekosistemos poreikius atitinkanti švietimo sistema	20
2. Puslaidininkų MTEP kompetencijos ir infrastruktūra	21
3. Mokslui imli pramonė	22
4. Dvišalis bendradarbiavimas su puslaidininkų sektoriaus lyderiais	23
5. Aktyvus įsitraukimas į strategines ES vertės grandines	24
Puslaidininkų ekosistemos Lietuvoje plėtros scenarijai	25

SANTRAUKA

Puslaidininkiai prietaisai yra neatsiejama modernios elektronikos dalis, įgalinanti technologines inovacijas tiek šių dienų komunikacijos, informacinių ryšių, sveikatos priežiūros, transporto, energetikos, tiek ir ateities – dirbtinio intelekto, kvantinės kompiuterijos ir kitose su skaitmenine ir žaliaja transformacija susijusiose srityse. Be puslaidininkių technologijų – atminties lustų ir procesorių – modernios visuomenės egzistavimas nebūtų įmanomas.

Lietuvos elektronikos pramonė puslaidininkinius prietaisus importuoja, programuoja ir panaudoja savo produktų gamybai, tačiau, neskaitant kelių išimčių, tokių kaip diskretūs ar mažos integracijos puslaidininkiniai įtaisai, pati jų negamina. Nepaisant to, kaip ir visame pasaulyje, susidomėjimas šia rinka bei potencialiomis valstybės proveržio sritimis pasaulinėje puslaidininkių vertės grandinėje pastaraisiais metais auga. Siekiant išgryninti puslaidininkių ekosistemai Lietuvoje kurti reikalingus pamatus bei potencialias proveržio sritis, dokumente išskiriamos susijusių sektorių **stiprybės, silpnybės, galimybės ir grėsmės**:

Stiprybės

- Įdirbis puslaidininkių fizikos moksliniuose tyrimuose ir nišinėse technologijose
- Stiprus lazerių sektorius, kuriantis įrankius lustų gamybai

Silpnybės

- Specialistų trūkumas
- Mažą pridėtinę vertę kurianti pramonė, kuri nėra imli mokslui
- Iššūkiai, susiję su intelektine nuosavybe ir jos dalijimusi
- Mokestinių lengvatų trūkumas MTEP
- Tikslingai puslaidininkių elektronikos plėtrą skatinančių MTEP programų trūkumas
- Realizavimo rinkų trūkumas

Galimybės

- „Teltonikos“ kuriama puslaidininkių pramonė
- Lazerių sektoriaus plėtra ir bendradarbiavimas su pramonės automatizavimo sistemų gamintojais
- Mažatiražės gamybos specializacija
- Perėjimas prie žaliųjų technologijų/žaliųjų miestų iniciatyva
- Pramonės transformacija
- Misijomis grįstos mokslo ir inovacijų programos
- Dvišalis bendradarbiavimas su užsienio partneriais
- Patekimas į strategines vertės grandines prisijungiant prie ES iniciatyvų
- Puslaidininkių ekosistemos plėtra pasitelkiant ES Lustų aktą bei ESIC

Grėsmės

- Didelė konkurencija
- Didėjantis tikslųjų mokslų specialistų stygius
- Geopolitinės rizikos

Atsižvelgiant į su puslaidininkių ekosistemos plėtra susijusių Lietuvos pramonės sektorių bei mokslinių institucijų kontekstą, įdirbį bei silpnybes, sėkmingos Lietuvos puslaidininkių ekosistemos pamatą formuojančios sritys yra šios:

- **puslaidininkių ekosistemos poreikius atitinkanti švietimo sistema;**
- **puslaidininkių MTEP kompetencijos ir infrastruktūra;**
- **mokslui imli pramonė, dvišalis bendradarbiavimas su puslaidininkių sektoriaus lyderiais, aktyvus įsitraukimas į strategines ES vertės grandines.**

Siekiant reikšmingo proveržio pasaulinėje puslaidininkių vertės grandinėje, yra būtinos nuoseklios ir ilgilaikės valstybės investicijos šiose srityse. Detalizuotų rekomendacijų (žr. *Lietuvos puslaidininkių ekosistemos pamatas, rekomendacijos ir plėtros scenarijai*) įgyvendinimas bei įtraukimas į aktualias rinkai nacionalines strategijas suteiktų galimybę Lietuvos mokslinių tyrimų centrams bei pramonės sektoriams formuoti puslaidininkių ekosistemą šalyje bei kurti aukštą pridėtinę vertę globalioje puslaidininkių rinkoje. Ketvirtinėje apžvalgoje taip pat pateikiami keturi preliminarūs Lietuvos puslaidininkių sektoriaus plėtros scenarijai – kryptys:

- 1. Lietuva – pasaulinio lygio puslaidininkių MTEP centras;**
- 2. Lietuva – puslaidininkių pramoninės įrangos tiekėja;**
- 3. Lietuva – puslaidininkių gamintoja;**
- 4. Fabless puslaidininkių gamybos modelio kūrimas Lietuvoje.**

Ši ketvirtinė MITA Tvarios ekonomikos ir analitikos centro apžvalga yra parengta ir atnaujinta centro ekspertų atliktos studijos „Lietuvos puslaidininkių sektoriaus strateginės apžvalga“ pagrindu. Minimame dokumente kartu su platesne Lietuvos konteksto analize pateikiama pasaulinė puslaidininkių pramonės apžvalga, įskaitant rinkos tendencijas, puslaidininkių vertės grandinę bei pagrindines konkurencijos sritis. Studijoje taip pat detalizuojami potencialūs puslaidininkių pramonės Lietuvoje plėtros scenarijai. [Pilną „Lietuvos puslaidininkių sektoriaus strateginę apžvalgą“ rasite čia.](#)

PUSLAIDININKIŲ SEKTORIAUS SVARBA LIETUVAI

Dėl nuolatinio technologinio progreso ir didėjančios priklausomybės nuo puslaidininkinių technologijų susidomėjimas mikroelektronika pastaraisiais metais ženkliai išaugo. Tam įtakos turėjo įvairūs geopolitiniai ir ekonominiai veiksniai bei dėl COVID-19 pandemijos išaugęs prietaisų poreikis. Siekdamas neatsilikti globaliame technologijų konkurencijos kontekste ir atsižvelgdamos į ekonominį potencialą, didžiosios pasaulio ekonomikos pastebimai suaktyvino savo puslaidininkinių sektoriaus plėtros planus. Ne išimtis – Europos valstybės, tarp jų ir Lietuva.

Elektronikos pramonėje puslaidininkinių lustų (kitai – integrinių grandynų (IG)), puslaidininkinių prietaisų gamybos ar panaši prekybos statistika Lietuvoje kaupiama nėra. Dėl šios priežasties nėra ir galimybių tiksliai išnagrinėti Lietuvos vaidmenį globalioje puslaidininkinių vertės grandinėje ir apžvelgti jo pokyčių tendencijas. Atsižvelgiant į tai, Lietuvos puslaidininkinių sektoriaus apžvalga remiasi viešai prieinama informacija ir į studiją sutikusią įsitraukti ekspertų įžvalgomis.

Lietuva turi gilų puslaidininkinių fizikos mokslų įdirbį, gajų dar nuo sovietmečio, kai Vilniaus universiteto Fizikos fakultete puslaidininkinių fizikos tyrimai buvo vykdomi Puslaidininkinių fizikos katedroje, ruošusioje puslaidininkinių fizikos specialistus. Tuometiniame Kauno politechnikos institute (dabar – Kauno technologijos universitetas) taip pat rengti inžinieriai puslaidininkinių pramonei. Ilgainiui ši mokslinių institutų infrastruktūra išsiplėtė iki Sovietų Sąjungos mastu reikšmingo Puslaidininkinių fizikos instituto (dabar – Fizinių ir technologijos mokslų centro dalis). Nuo 1960 m., kai buvo įkurta Puslaidininkinių fizikos katedra, o 1967 m. – minėtas institutas, šalies mokslininkai greitai įgavo tarptautinį pažinimą. VU atsirado optinės metodikos, leidžiančios bekontakčiu būdu nustatyti puslaidininkinių plokštelių kokybę. Puslaidininkinių fizikos institutas tapo vienu iš pasaulinių lyderių tokiose kryptyse kaip aukštų dažnių fizika ar karštųjų elektronų tyrimai puslaidininkiuose. Be to, Lietuvoje tuo metu veikė ir kiti susiję tyrimų centrai, tokie kaip Kauno radijo matavimų technikos mokslinių tyrimų institutas (vėliau – susivienijimas „Lira“). Taip pat gyvavo dideli vidaus rinkai skirtų puslaidininkinių lustų gamintojai, tokie kaip „Vilniaus Venta“ ar „Nuklonas“ (Šiauliuose).

Visgi, dalis minėtų institucijų ilgainiui išnyko ar persikvalifikavo ir susikoncentravo į kitas sritis, o kartu su nepriklausomybės atgavimu atsiveriant rinkoms, vietos gamintojai nebuvo konkurencingi pasauliniu mastu. Kad išliktų, jie buvo priversti specializuotis diskrečių puslaidininkinių prietaisų gamyboje. Šiandien, be kelių išimčių, lustus ar atskirus puslaidininkinius prietaisus Lietuvos elektronikos gamintojai importuoja, programuoja bei panaudoja savo produktų gamybai, tačiau patys jų negamina. Lietuva taip pat neturi reikšmingos patirties sudėtingų IG VLSI (angl. *Very Large Scale Integration*) projektavimo srityje. Nepaisant to, Lietuvoje veikia įmonės, kurios specializuojasi diskrečių puslaidininkinių prietaisų gamyboje arba puslaidininkinių vertės grandinėje ir užsienio gamintojams tiekia lustų gamybos infrastruktūroje naudojamas įrangos komponentus.

Kaip ir visame pasaulyje, Lietuvos elektronikos gamintojus ir mokslinių tyrimų centrus, kuriančius IG prototipus, paveikė 2020 m. antroje pusėje prasidėjęs lustų stygius. **Lietuvoje veikiantiems elektronikos gamintojams puslaidininkinių stygius tapo vienu iš augimą ribojančių veiksnių.** Problemai spręsti bendrovės telkė papildomus resursus, burdamos tik šioje srityje dirbančias komandas, bendradarbiaudamos su kitomis įmonėmis ir užsakydamos didesnius lustų ar kitų elektronikos komponentų kiekius, taip bandydamos pagreitinti užsakymų transportavimą bei kaupdamos atsargas.¹ Nepaisant to, būdami visiškai priklausomi nuo lustų importo, elektronikos gamintojai susidariusiai problemai iš esmės neturi efektyvių sprendimo įrankių. Prie šios problemos, pasak ekspertų, prisideda ir tai, kad Lietuvos elektronikos gamintojų užsakymų apimtys pasaulio lustų rinkos mastu nėra didelės, o puslaidininkinių gamintojai pirmenybę teikia didžiausiems užsakovams, todėl lustų įsigyti tampa dar sunkiau.²

¹ LRT, „Hella Lietuva“ vadovas: rinkoje trūksta mikroschemų, puslaidininkinių, 2021. Žr. <https://www.lrt.lt/naujienos/verslas/4/1459247/hella-lietuva-vadovas-rinkoje-truksta-mikroschemu-puslaidininkiu>; taip pat, Verslo žinios *Autopramonės gamyklas stabdantis puslaidininkinių trūkumas pavijo ir Lietuvos bendroves*, 2021.

² Žr. <https://www.vz.lt/pramone/2021/02/22/autopramones-gamyklas-stabdantis-puslaidininkiu-trukumas-pasivijo-ir-lietuvos-bendroves&QddJa>.

² Pokalbis su KTU Senato pirmininku bei Elektros ir elektronikos prof. Žilvinu Nakučiu, 2021.10.28.

Nors globalus puslaidininkų tiekimo grandinių sutrikimas, bent kol kas, yra trumpojo laikotarpio reiškinys, šiame kontekste, tiek jaučiant dabartinį stygių, tiek suprantant puslaidininkų rinkos plėtros perspektyvas ateityje, verslo atstovų ir sprendimų priėmėjų dėmesys puslaidininkų pramonės ekosistemos plėtrai Lietuvoje padidėjo.

Prie tokių planų skatinimo prisideda ir pastaraisiais metais suaktyvėjusi **Lietuvos ir Taivano ekonominio bendradarbiavimo sričių paieška**. Kaip rodo 2021 m. spalio mėn. susitikimas su į Lietuvą atvykusia didžiausia iki šiol Taivano verslo delegacija, viena iš pagrindinių bendradarbiavimo temų yra puslaidininkiai. Šio prekybos ir investicijų forumo dalyviai pasirašė 6 abipusio susitarimo memorandumus, tarp kurių numatytos Taivano ir Lietuvos puslaidininkų talentų ir tyrimų programos bei Nacionalinio Sun Yat-sen (NSYSU) universiteto Kristalų tyrimų centro ir FTMC bendradarbiavimas medžiagų mokslo bei inžinerijos, kietojo kūno fizikos ir technologijos, optoelektronikos ir elektros inžinerijos srityse.³ Susitikimo metu Lietuvos Ekonomikos ir inovacijų ministrė Aušrinė Armonaitė aptarė potencialias galimybes Lietuvoje atidaryti puslaidininkų gamyklą, to imantis Taivano įmonei arba Lietuvos įmonėms bendradarbiaujant su Taivano įmonėmis Lietuvoje.⁴ Taivano ekonomikos ministras tokios galybės ateityje neatmetė, tačiau nurodė pirmus tam reikiamus žingsnius⁵:

- **specialistų rengimą**, kuris galėtų būti skatinamas Taivano skiriamomis stipendijomis Lietuvos jaunimui studijuoti ir semtis susijusios patirties Taivane;
- **ekspertų grupės suformavimą**, kuri diskutuotų ir priimtų sutarimą dėl naudingo ir pagrįsto Lietuvos vaidmens puslaidininkų tiekimo grandinėje. Tokioje ekspertų grupėje, esant reikalui, taip pat galėtų dalyvauti ekspertai iš Taivano.

Papildomos mintys apie Lietuvos ir Taivano bendradarbiavimą puslaidininkų srityje buvo išsakytos ir 2022 m. sausio mėnesį pasirodžius žiniai apie Taivano planus steigti 1 mlrd. USD paskolų fondą bendriems Lietuvos ir Taivano verslo projektams. Tarp tokių projektų numatytos Taivano investicijos į puslaidininkų ir lazerių gamybą.⁶ Šiame kontekste lazeriai minimi kaip Lietuvos stiprybė, kuri galėtų būti integruota į puslaidininkų gamybą. Tokias perspektyvas patvirtina ir 2022 m. vasarį atidarytas bendras Lietuvos ir Taivano puslaidininkų ir medžiagų mokslo centras.⁷ Pasak NSYSU viceprezidento ir Kristalų tyrimų centro direktoriaus M. Ming Chi-Chou, šio centro atidarymas padės siekti bendrų tikslų: vystyti bei stiprinti naujos kartos puslaidininkinių medžiagų ir lazerines technologijas ne vien mokslo, bet ir pramonės lygmenyje. Pažymima, jog centras sieks kurti naujas strategijas Lietuvos ir Taivano lazerinių technologijų vystymui, jų pateikimui į rinką, mokslo ir verslo pajėgumų suvienijimui bei naujų puslaidininkinių produktų kūrimui ir inovacijoms.

Siekiant plačiau apžvelgti puslaidininkų sektoriaus tendencijas Lietuvoje ir jų indėlį visame apdirbamosios pramonės kontekste pateikiamoje statistikoje akcentuojama **kompiuterinių, elektroninių ir optinių gaminių gamyba**, priskiriama apdirbamosios gamybos C26 veiklos skyriui pagal statistinį Europos Bendrijos ekonominės veiklos rūšių klasifikatorių. Šis veiklos skyrius tekste taip pat skaidomas į atskiras jį sudarančias ekonominės veiklos grupes.

3 Lietuvos Respublikos ekonomikos ir inovacijų ministerija, A. Armonaitė: *Taivano delegacijos vizitas atveria daug naujų galimybių Lietuvai*, 2021, Žr. <https://eimin.lrv.lt/lt/naujienos/a-armonaite-taivano-delegacijos-vizitas-atveria-daug-nauju-galimybiu-lietuvai>.

4 Rugilė Augustaitytė, Armonaitė: *yra galimybė, kad Taivano atstovybė Lietuvoje atidarys puslaidininkų gamyklą*, Delfi, 2021, Žr. <https://www.delfi.lt/verslas/verslas/armonaite-yra-galimybe-kad-taivano-atstovybe-lietuvoje-atidarys-puslaidininkiu-gamykla.d?id=88530367>.

5 Ten pat.

6 Lietuvos Respublikos ekonomikos ir inovacijų ministerija, A. Armonaitė: *Taivanas atidarys 1 mlrd. USD paskolų fondą bendriems Lietuvos ir Taivano verslo projektams*, 2022,

Žr. <https://eimin.lrv.lt/lt/naujienos/a-armonaite-taivanas-atidarys-1-mlrd-usd-paskolu-fonda-bendriems-lietuvos-ir-taivano-verslo-projektams>.

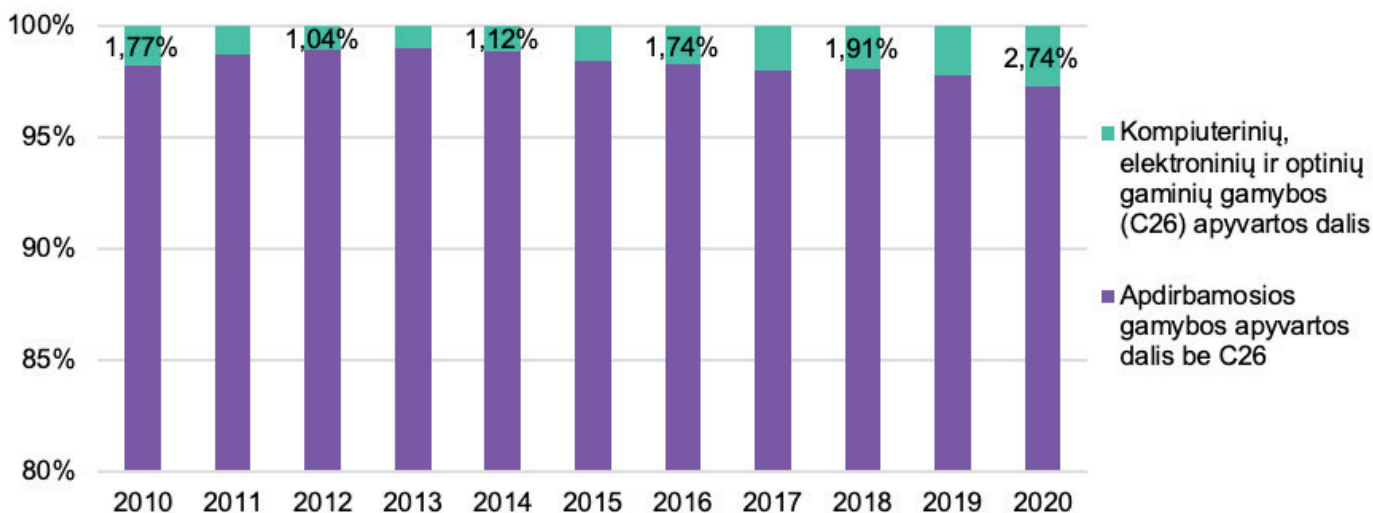
7 LRT, *Paskelbta apie Taivano ir Lietuvos puslaidininkų mokslo centro atidarymą*, 2022,

Žr. <https://www.lrt.lt/naujienos/pasaulyje/6/1618954/paskelbta-apie-taivano-ir-lietuvos-puslaidininkiu-mokslo-centro-atidaryma>.

Bendrijos ekonominės veiklos rūšių klasifikatorių. Šis veiklos skyrius tekste taip pat skaidomas į atskiras jį sudarančias ekonominės veiklos grupes.

Per pastaruosius 10 metų **kompiuterinių elektroninių ir optinių prietaisų gamybos apyvarta** Lietuvoje augo daugiau nei du kartus – nuo kiek mažiau nei 240 mln. eurų 2010 m. iki beveik 580 mln. eurų 2020 m.⁸ Minimą laikotarpį galima skaidyti į du smulkesnius periodus. 2010-2013 m. ši suma šiek tiek smuko, tačiau 2014 m. apyvartos atsigavo ir nuo tada iki 2020 m. metų augo vidutiniškai po 29,3 % per metus.

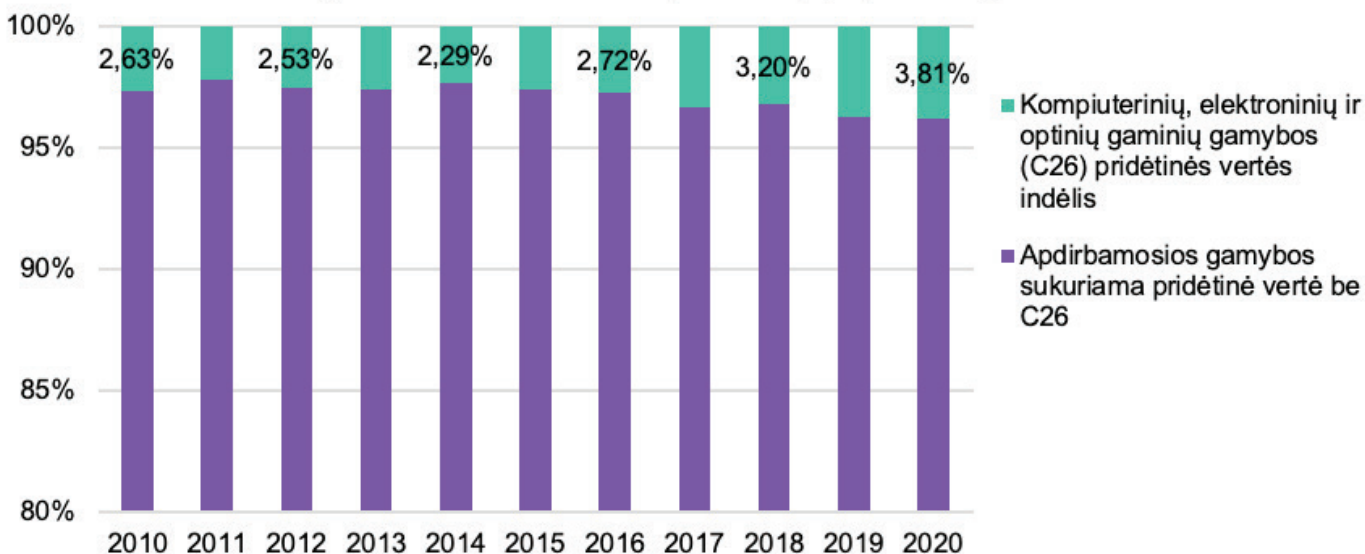
Kompiuterinių, elektroninių ir optinių gaminių gamybos (C26) apyvartos iš pramoninės veiklos dalis apdirbamojoje pramonėje



1 pav. Kompiuterinių, elektroninių ir optinių gaminių gamybos apyvartos iš pramoninės veiklos augimas apdirbamosios gamybos kontekste. Paruošta autorių remiantis Statistikos departamento informacija.

Santykinis šio ekonominės veiklos skyriaus apyvartos dydis tuo pačiu laikotarpiu visame Lietuvos apdirbamosios gamybos kontekste (žr. aukščiau pateiktą iliustraciją) augo beveik 54 % ir, 2010 m. sudaręs 1,77 %, 2020 m. jau siekė 2,74 % visos apdirbamosios gamybos apyvartos.

Kompiuterinių, elektroninių ir optinių gaminių gamybos (C26) gamintojų sukuriamos pridėtinės vertės dalis apdirbamojoje pramonėje

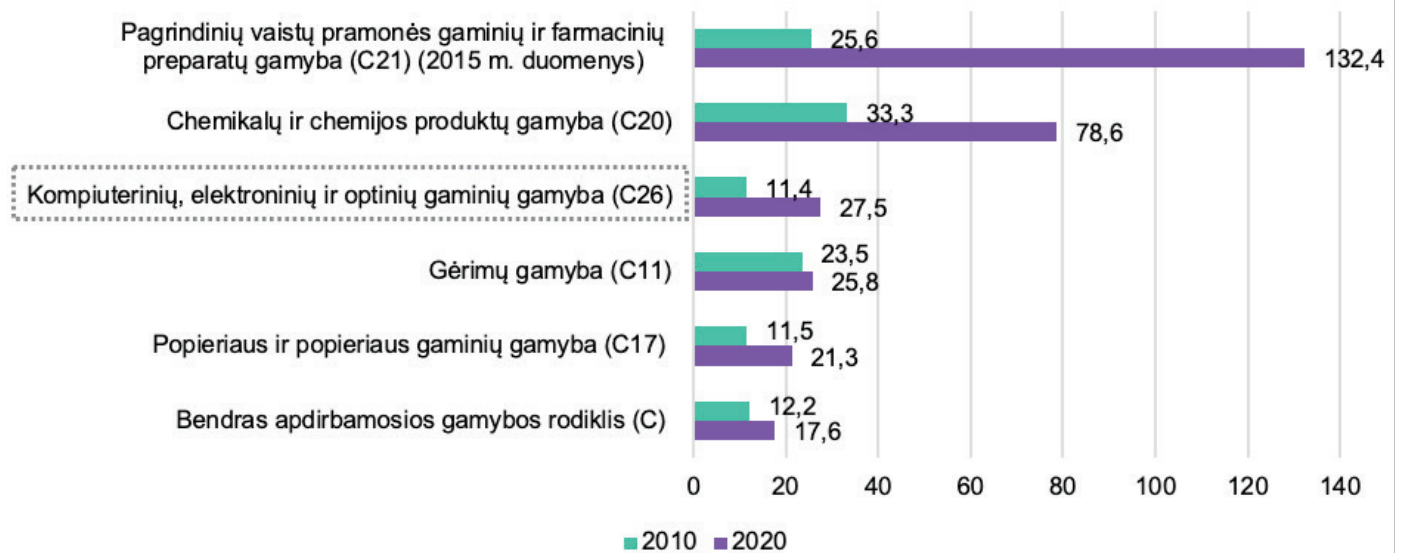


2 pav. Kompiuterinių, elektroninių ir optinių gaminių gamybos sukuriamos pridėtinės vertės augimas apdirbamosios gamybos kontekste. Paruošta autorių remiantis Statistikos departamento informacija

8 Statistikos departamentas, *Apyvarta iš pramoninės veiklos (nefinansų įmonių, be statybos)*.

Nagrinėjamo elektronikos gamintojų skyriaus dalis per pastaruosius 10 metų didėjo ir kalbant apie gamybos sąnaudomis **sukuriamą pridėtinę vertę**. Apdirbamosios gamybos ekonominė veikla, lyginant su kitomis, Lietuvoje sukuria daugiausiai pridėtinės vertės. Į šios veiklos apibrėžimą įeinančių kompiuterinių, elektroninių ir optinių gaminių sukuriama pridėtinės vertės indėlis augo nuo 66 mln. eurų 2010 m. iki daugiau nei 227 mln. eurų 2020 m. Tai atspindi ir santykinį šio subsektoriaus sukuriama pridėtinės vertės augimą atitinkamu laikotarpiu nuo 2,63 % iki 3,81 % visame apdirbamosios gamybos sektoriuje.⁹

Didžiausią pridėtinę vertę gamybos sąnaudomis sukuriančios veiklos skyriai per dirbtą valandą (C – apdirbamoji gamyba)
(Eur/val)



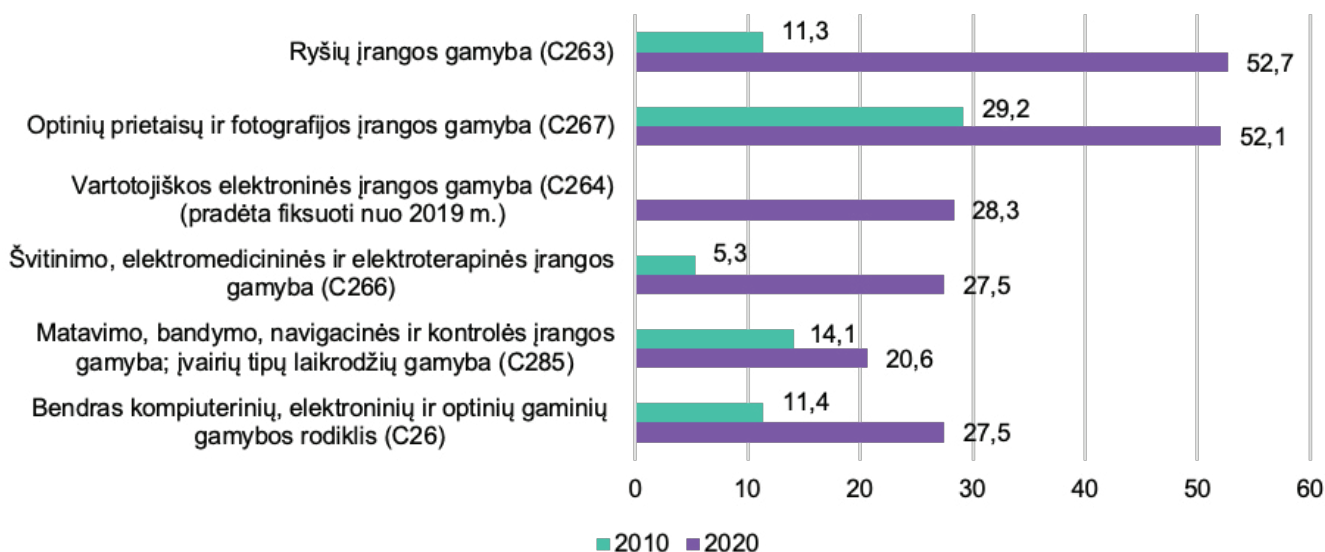
3 pav. Didžiausią pridėtinę valandą dirbtai valandai sukuriančios apdirbamosios gamybos veiklos skyriai. Paruošta autorių remiantis Statistikos departamento informacija

Kompiuteriniai, elektroniniai ir optiniai gaminiai patenka ir tarp trijų didžiausių pridėtinę vertę sukuriančių apdirbamosios gamybos pramonės veiklos skyrių. Kaip nurodyta aukščiau pateiktoje iliustracijoje, šio veiklos skyriaus sukuriamą **pridėtinę vertę vienai dirbtai valandai** siekia 27,5 Eur, ženkliai viršydama bendrą 2020 m. fiksuotą apdirbamosios pramonės rezultatą (17,6 Eur/val.). Šiuo rodikliu nagrinėjamas veiklos skyrius nusileidžia tik chemikalų ir chemijos (78,6 Eur/val.) bei pagrindinių vaistų ir farmacinių preparatų pramonei (paskutiniai – 2015 m. duomenys – 132,4 Eur/val.).¹⁰ Žvelgiant į pokytį nuo 2010 metų, kompiuterių, elektroninių ir optinių gaminių gamintojų sukuriamą pridėtinę vertę per dirbtą valandą augo beveik pusantro karto (141 %) ir šiuo požiūriu atsiliko tik nuo vaistų ir farmacinių preparatų gamintojų.

9 Statistikos departamentas, *Pridėtinė vertė gamybos sąnaudomis (nefinansų įmonių)*.

10 Statistikos departamentas, *Pridėtinė vertė gamybos sąnaudomis dirbtai valandai pagal veiklas (nefinansų įmonių)*.

**Didžiausią pridėtinę vertę gamybos sąnaudomis sukuriانčios veiklos grupės
per dirbtą valandą (C26)
(Eur/val)**



4 pav. Didžiausią pridėtinę valandą dirbtai valandai sukuriانčios kompiuterinių, elektroninių ir optinių gaminių gamybos veiklos grupės. Paruošta autorių remiantis Statistikos departamento informacija

Nagrinėjant minėtą ekonominės veiklos skyrių detalčiau, 4 pav. pateikiamos aukščiausią **pridėtinę vertę per dirbtą valandą sukuriانčios kompiuterių, elektroninių ir optinių gaminių veiklos grupės**. Čia dominuoja ryšių įrangos bei optinių prietaisų ir fotografijos įrangos gamintojų, tarp kurių patenka ir Lietuvos lazerių klasteris, veikla. Šios veiklų grupės 2020 m. atitinkamai kūrė 52,7 Eur ir 52,1 Eur pridėtinės vertės per dirbtą valandą. Bendrą veiklos skyriaus vidurkį taip pat nežymiai viršija ir vartotojiškos elektronikos ir įrangos gamyba. Pateikta statistika iliustruoja, kad nuo 2010 m. sukuriama pridėtinė vertė vienai dirbtai valandai sparčiausiai augo tarp švitinimo, elektromedicininės ir elektroterapinės įrangos gamintojų, kur atitinkamas rodiklis per 10 metų laikotarpį didėjo kiek daugiau nei 5 kartus nuo 5,3 Eur/val. iki 27,5 Eur/val. Tuo pačiu laikotarpiu daugiau nei 4 kartus augo ir ryšių įrangos gamintojų sukuriama pridėtinė vertė vienai dirbtai valandai – nuo 11,3 Eur/val. iki 52,7 Eur/val.

Pateikti duomenys rodo, jog nors kompiuterinių, elektroninių ir optinių gaminių gamintojai bendrame apdirbamosios gamybos kontekste užima sąlyginai nedidelę dalį, per pastaruosius dešimt metų šios srities santykinis indėlis didėja gana sparčiai – atitinkamai beveik 55 % bei 49 % pagal savo apyvartą bei sukuriamą pridėtinę vertę. Nagrinėjamos produkcijos gamintojai yra tarp trijų aukščiausią pridėtinę vertę dirbtai valandai sukuriانčių apdirbamosios gamybos ekonominės veiklos skyrių (27,5 Eur/val.). Tarp kompiuterinių, elektroninių ir optinių gaminių veiklos grupių pagal šį rodiklį dominuoja ryšių įrangos bei optinių prietaisų ir fotografijos įrangos gamintojai, atitinkamai sukuriantys 52,7 Eur ir 52,1 Eur pridėtinės vertės per dirbtą valandą. Kartu su švitinimo, elektromedicinine ir elektroterapine įranga, šios pramonės šakos pastaraisiais metais fiksuoja ir aukščiausią sukuriamos pridėtinės vertės dirbtai valandai augimą.

**Puslaidininkų
sektoriaus plėtra
Lietuvoje:
SSGG analizė**

Remiantis pateikta apžvalga, ekspertų įžvalgomis ir svarstant potencialias Lietuvos puslaidininkių sektoriaus plėtros kryptis, toliau pasitelkiama **stiprybių, silpnybių, galimybių ir grėsmių (SSGG)** analizė. Toks analizės tipas leidžia giliau pažvelgti į susijusią problematiką, įvairias ekspertų pateiktas įžvalgas ir siūlymus sugrupuojant į nuoseklią sistemą, apibendrintą žemiau pateiktoje lentelėje.

<p>STIPRYBĖS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Įdirbis puslaidininkių fizikos moksliniuose tyrimuose ir nišinėse technologijose • Stiprus lazerių sektorius, kuriantis įrankius lustų gamybai 	<p>SILPNYBĖS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Specialistų trūkumas • Mažą pridėtinę vertę kurianti pramonė, kuri nėra imli mokslui • Iššūkiai, susiję su intelektine nuosavybe ir jos dalijimusi • Mokestinių lengvatų trūkumas MTEP • Tikslingai puslaidininkių elektronikos plėtrą skatinančių MTEP programų trūkumas • Realizavimo rinkų trūkumas
<p>GALIMYBĖS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Teltonikos“ kuriama puslaidininkių pramonė • Lazerių sektoriaus plėtra ir bendradarbiavimas su pramonės automatizavimo sistemų gamintojais • Mažatiražės gamybos specializacija • Perėjimas prie žaliųjų technologijų/žaliųjų miestų iniciatyva • Pramonės transformacija • Misijomis grįstos mokslo ir inovacijų programos • Dvišalis bendradarbiavimas su užsienio partneriais • Pateikimas į strategines vertės grandines prisijungiant prie ES iniciatyvų 	<p>GRĖSMĖS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Didelė konkurencija • Didėjantis tikslųjų mokslų specialistų stygius • Geopolitinės rizikos

5 pav. Lietuvos puslaidininkių sektoriaus stiprybės, silpnybės, galimybės ir grėsmės (SSGG)

<p>STIPRYBĖS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Įdirbis puslaidininkių fizikos fundamentiniuose moksliniuose tyrimuose ir nišinėse technologijose • Stiprus lazerių sektorius, kuriantis įrankius lustų gamybai

Įdirbis puslaidininkių fizikos fundamentiniuose moksliniuose tyrimuose ir nišinėse technologijose. Puslaidininkių tyrimai Lietuvoje mena dar penktą praėjusio amžiaus dešimtmetį, neilgai trukus po to, kai pasaulyje buvo atrastas tranzistorius. Šiuo metu VU, KTU, VGTU tyrimų institutuose bei FTMC vykdomi fundamentiniai ir nišinių technologijų taikomieji puslaidininkių tyrimai atspindi didelį sukauptą mokslinį įdirbį ir kompetencijas. Pagrindinės Lietuvos mokslininkų susijusios kompetencijos yra koncentruotos šiomis trimis kryptimis:

- **Optinės puslaidininkių savybės ir optoelektronika**, įskaitant teikiamą ypatingą dėmesį puslaidininkinių šviestukų (angl. *light emitting diodes*) tobulinimui ir panaudojimui.
- **Medžiagotyra** – puslaidininkinės medžiagos ir jų nanodariniai, medžiagų gamybos ir apdorojimo technologijos, naujos medžiagos ir technologijos.
- **Puslaidininkinė elektronika** – fizikiniai elektroninių prietaisų pagrindai bei naujausi elektroniniai prietaisai.

Stiprus lazerių sektorius, kuriantis įrankius lustų gamybai. Medžiagotyra ir moksliniai optinių puslaidininkinių savybių tyrimai yra glaudžiai susiję su fotonika ir Lietuvoje vystomomis lazerinėmis technologijomis, dėl kurių Lietuva yra žinoma visame pasaulyje.¹¹ Lietuvos lazerių asociacijos duomenimis, šalies lazerių gamintojai eksportuoja daugiau nei 90 % savo produkcijos į daugiau nei 70 valstybių visame pasaulyje. Tokius didelius eksporto rodiklius iš dalies lemia tai, jog vietos lazerių įmonės yra atradusios savo perspektyvias nišas. Tai leidžia Lietuvos lazerių klasterio įmonėms iki minimumo sumažinti tarpusavio konkurenciją, bendradarbiauti ir maždaug kas 5 metus dvigubinti savo pardavimų apimtį, kurios, 2021 m. duomenimis, pasiekė daugiau nei 170 mln. Eur.

11 Kęstutis Jasiūnas, *Lazeriai – Reikšminga inžinerinės pramonės ekosistemos dalis*, LINPRA.
 Žr. <https://linpra.lt/lazeriai-reiksminga-inzinerines-pramonės-ekosistemos-dalis/>.

Lietuvos lazerių ekosistema, susikūrusi iš fotonikos ir optoelektronikos mokslinių institutų, yra unikali Europoje ir pasaulyje savo koncentruotumu ir bendradarbiavimu – didžioji dalis įmonių yra įsikūrusios Vilniuje ~20 km spinduliu.¹² Lietuvos lazerių įmonės, tokios kaip „Light Conversion“, ar mažesnės (pvz., „Evana Technologies“) jau dabar atranda ir vysto naujus su puslaidininkiais susijusius produktus, tiekdamas specifinius, MTEP pagrįstus gaminius puslaidininkinių medžiagų charakterizavimui ir lustų dalinimui paskutiniuose puslaidininkinių gamybos etapuose.¹³ Tarp Lietuvos lazerių įmonių puslaidininkinių kontekste taip pat išskiriama „Brolis Semiconductors“ įmonė, kuri pati kuria fotonines sistemas, projektuoja mažos integracijos puslaidininkinius prietaisus, augina puslaidininkinių sluoksnius ir integruoja juos su silicio fotonikos elementais.

SILPNYBĖS:

- Specialistų trūkumas
- Mažą pridėtinę vertę kurianti pramonė, kuri nėra imli mokslui
- Iššūkiai, susiję su intelektine nuosavybe ir jos dalijimusi
- Mokestinių lengvatų trūkumas MTEP
- Tikslingai puslaidininkinių elektronikos plėtrą skatinančių MTEP programų trūkumas
- Realizavimo rinkų trūkumas

Specialistų trūkumas. Akcentuojama, jog didžiausia problema – žmogiškųjų išteklių ir specialistų stygius. Šis aspektas aktualus tiek kuriant potencialią puslaidininkinių ekosistemą, tiek planuojant Lietuvoje veikiančią aukštųjų technologijų pramonės plėtrą. VU, kaip vienintelis Lietuvoje fizinių mokslų studentus ruošiantis universitetas, per metus paruošia apie 120 studentų. Maždaug tiek pat naujų specialistų kasmet reikia vien lazerių sektoriaus įmonėms, o tai tik viena iš sričių, kur fizikos, inžinerijos ar kitų susijusių tikslųjų mokslų išsilavinimą turinčių specialistų ypač stinga.¹⁴ Darbuotojų stygius aukštųjų technologijų pramonėje skatina įmonės ieškoti darbuotojų tarp bakalauro studijas įpusėjusių studentų, kurie reikiamą patirtį ir žinias įgyja jau dirbdami įmonėse. Ekspertai mini, jog vietos rinkoje specialistų **stygius jaučiamas ne tik tarp fizikų, tačiau bene visose STEM** (angl. *Science, Technology, Engineering, Maths*) mokslų srityse.

Fizikinių, inžinerinių ir kitų tikslųjų mokslų išsilavinimą turinčių specialistų stygiaus problemą kalbinti ekspertai siejo su **nepakankamu tiksliesiems mokslams skiriamu dėmesiu mokyklose**. Pabrėžiama, kad moksleiviai nesusidomi tiksliais mokslais. Viena to priežasčių – motyvuotų mokytojų trūkumas.¹⁵ Manoma, jog yra per mažai moksleivių, kurie užsinori dirbti tikslųjų mokslų srityje, o kad tai pasikeistų, reikia motyvuotų mokytojų, kurie be „sausų“ uždavinių sprendimo norėtų ir gebėtų remtis inovatyvesniais mokymo metodais bei organizuoti mokiniams papildomas veiklas. Tarp tokių veiklų galima paminėti įmonių vizitus mokyklose, STEM centrų kūrimą, galimybes moksleiviams apsilankyti moksliniuose institutuose. Taip pat reikalinga infrastruktūra, moksleivius sudominanti tiksliais mokslais: interaktyvūs technologijos muziejai, modernūs planetariumai ir pan. Pasak FTMC Optoelektronikos skyriaus mokslo darbuotojo Domo Jokubauskio, bendradarbiavimas su mokyklomis yra naudingas, tačiau nuolat jis vykdomas tik su nedideliu skaičiumi mokyklų, nes tam, pirmiausia, trūksta tuo suinteresuotų mokytojų.¹⁶ „Light Conversion“ direktorius Martynas Barkauskas be motyvuotų mokytojų mokyklose išskiria ir kitą problemą – infrastruktūros stoką. Jo teigimu, **vos iki 10 % Lietuvos mokyklų turi savo laboratorijas**, kur mokiniai galėtų „prisiliesti“ prie tikslųjų mokslų ir taip, galbūt, sužadinti savo susidomėjimą.¹⁷

Tikslųjų mokslų išsilavinimą turinčių specialistų stygiaus kontekste tiek KTU, tiek VU atstovai įžvelgia kitą iššūkį. Pasak jų, pastebimi mažėjantys su fizika ir fizikinėmis technologijomis susijusių mokslo sričių magistro ar doktorantūros studijas besirenkančių studentų srautai, o tai didina pačių **aukštųjų mokyklų**

12 Pokalbis su Lietuvos lazerių asociacijos direktoriumi Petru Balkevičiumi, 2021.10.29. Taip pat pokalbis su VU LTC direktoriumi Aidu Matijošiumi, 2021.10.27.

13 Pokalbis su „Evana Technologies“ direktoriumi Egidijumi Vanagu, 2021.11.12.

14 Pokalbis su VU LTC direktoriumi Aidu Matijošiumi, 2021.10.27.

15 Pokalbis su KTU Elektros ir elektronikos prof. Žilvinu Nakučiu 2021.10.28. Taip pat pokalbis su VU LTC direktoriumi Aidu Matijošiumi, 2021.10.27.

16 Pokalbis su FTMC Optoelektronikos skyriaus mokslo darbuotoju Domu Jokubauskiu, 2021.11.04.

17 Pokalbis su „Light Conversion“ direktoriumi Martynu Barkausku. 2021.11.12.

žmogiškųjų išteklių problemos.¹⁸ Finansinių paskatų ir atsiveriančių galimybių vedini studentai pasirenka dirbti privačiame sektoriuje, o universitetuose lieka tik nedidelė dalis mokslo idėjai pasišventusių studentų. Todėl nėra aišku, kas pakeis dabartinę universitetuose dirbančių ir dėstančių mokslininkų kartą. Universitetai finansiškai negali pasiūlyti to, ką suteikia privataus sektoriaus įmonės. Šiuo požiūriu situacija nepalankiausia jauniems, neseniai doktorantūrą pabaigusiems mokslo darbuotojams.

Doktorantūros studentų finansinė padėtis yra pakankamai neblogo – gaudami stipendiją doktorantai dažnai dalyvauja papildomuose projektuose arba dirba institute, kur atlieka savo mokslinį darbą bei gauna papildomą atlygį. Tai, pasak kalbintų ekspertų, leidžia užsidirbti atlyginimą, neretai ne mažiau konkurencingą nei tai, ką atitinkamos patirties specialistams siūlo privataus kapitalo įmonės.¹⁹ Problema išryškėja pabaigus doktorantūrą – netekę stipendijos jauni mokslo darbuotojai gauna daug mažesnes pajamas nei gavo būdami doktorantais. Kad išlaikytų buvusias pajamas, jauni mokslininkai prisiima didesnę mokymo krūvį, todėl mokslinei veiklai ir projektams laiko lieka gerokai mažiau.²⁰ Iš asistentų tapdami docentais ir profesoriais, šie specialistai dėsto mažiau ir įgyja kiek daugiau laiko įsilieti į projektus. Tai leidžia uždirbti didesnius atlyginimus, tačiau minėtas tarpinis etapas yra vienas pagrindinių barjerų, kurį pereiti pasiryžta tik nedidelė jaunųjų mokslininkų dalis.

Mažą pridėtinę vertę kurianti pramonė, kuri nėra imli mokslui. Inovacinį proveržį puslaidininkų, mikroelektronikos ar kurioje nors kitoje pramonės srityje stabdo tai, jog didžioji dalis Lietuvos pramonės kuria mažą pridėtinę vertę. Pasak verslo konsultanto, fiziko Aleksandro Abišalos, didžioji dalis Lietuvos pramonės nėra kurianti ir todėl nėra imli mokslui.²¹ Jo teigimu, trūksta bendradarbiavimo tarp mokslo institucijų ir verslo. Fundamentinis mokslas be verslo indėlio savaime į rinką nepatenka. FTMC direktorius Gintaras Valušis šiai minčiai pritaria akcentuodamas, kad Lietuvos pramonė tebėra netransformuota – aukštųjų technologijų dalis sudaro tik 1,5 % sektoriaus – bene dešimt kartų mažiau nei šioje srityje lyderiaujančiose valstybėse, tokiose kaip Vokietija ar Izraelis.²² Šis kontekstas lemia nepakankamą mokslo institucijų ir verslo bendradarbiavimą bei fundamentinių mokslinių tyrimų taikymo galimybių Lietuvoje trūkumą. Reikšminga dalis Lietuvos mokslininkų pasiekimų, taip pat ir aptariamoje puslaidininkų srityje, užsibaigia fundamentiniais tyrimais, ir dėl to nemaža dalis atradimų mokslinių straipsnių pavidalu iškeliauja iš Lietuvos nepanaudoti praktiškai ir nesukūrę pridėtinės vertės.

Neimlią mokslui pramonę FTMC direktorius sieja ir su **patentavimo problematika**. Pasak jo, Lietuvoje trūksta diskusijos apie intelektinę nuosavybę – kurdamos inovacijas pramonės įmonės turėtų būti labiau suinteresuotos pirkti jau esamas licencijas, o kartu ir pačios patentų turėtų registruoti žymiai daugiau.²³ Savo nišas puslaidininkų vertės grandinėje jau atradusios Lietuvos lazerių įmonės teigia, jog svarbu numatyti valstybes, kuriose reikės produkcijos ir kur reikia savo technologiją patentuoti, tačiau pats patentas – būtinas, nes neturint patentų joks didesnis puslaidininkų gamintojas pasiūlyta technologija nesusigundys, net jei ji ir efektyvesnė nei šiuo metu naudojama.²⁴ Visgi, Lietuvos įmonės neretai vengia patentų dėl potencialių komercinių paslapčių nutekėjimo, nes nepasitiki intelektinės nuosavybės apsaugos užtikrinimu.

Iššūkiai, susiję su intelektine nuosavybe ir jos dalijimusi. Lietuvoje nepakankamai suprantami patentavimo procesai, jo nauda ir, kai kuriais atvejais, jo būtinybė, tiek apsaugant intelektinę nuosavybę, tiek siekiant ją komercializuoti. Dėl to nėra pakankamai iniciatyvos šios srities žinių sklaidai. Lietuvoje aplinka intelektinės nuosavybės dalijimuisi vykdant bendrus privataus verslo ir mokslo įstaigų projektus šiuo metu nėra palanki. Būtinas bendradarbiavimas ir lankstumas, siekiant paskatinti privatų verslą

18 Nacionalinė fizikos konferencija, diskusija Fizika ir aukštųjų technologijų pramonė, 2021.10.08. Taip pat, pokalbis su KTU Elektros ir elektronikos prof. Žilvinu Nakučiu 2021.10.28.

19 Pokalbis su FTMC Optoelektronikos skyriaus mokslo darbuotoju Domu Jokubauskiu, 2021.11.04.

20 Pokalbis su „Light Conversion“ direktoriumi Martynu Barkausku. 2021.11.12.

21 Nacionalinė fizikos konferencija, 2021.10.08.

22 Pokalbis su FTMC direktoriumi Gintaru Valušiu, 2021.11.04.

23 Ten pat.

24 Pokalbis su „Evana Technologies“ direktoriumi Egidijumi Vanagu, 2021.11.12.

investuoti į mokslinius tyrimus bei norint išvengti privataus verslo bendradarbiavimo su užsienio universitetais, kurių paslaugos, nors ir brangesnės, turi lankstesnes intelektinės nuosavybės perdavimo sąlygas.

Mokestinių lengvatų trūkumas MTEP. Mokestinės lengvatos moksliniams tyrimams ir eksperimentinei plėtrai yra viena iš svarbiausių viešosios politikos fiskalinių priemonių didinant investicijas į MTEP veiklas, kurių aktualumas ypač auga ES šalyse pastaruosius dešimtmečius. Lietuvoje taikomos mokestinės lengvatos paprastai orientuotos tik į pelningą verslą, investuojantį į MTEP veiklas. Įmonėse, kurios neturi pelno arba jis mažas, tokių mokestinių lengvatų nauda juntama tik netiesiogiai arba jų poveikis minimalus. Tokios lengvatos turi ribotą poveikį įmonėms, vykdančioms sparčią plėtrą. Kaip alternatyvą esamoms priemonėms, dauguma ES valstybių taiko mokesčių kreditą, t.y. verslo subjekto atskirų mokamų mokesčių (pelno, pajamų, PVM) sumos sumažinimą nustatytu dydžiu. Mokesčių kreditas skatina investuoti į MTEP ir jaunas įmones, kurios turi apyvartinio kapitalo trūkumą bei nedidelį ar kokio pelno. Tai ypač svarbu skatinant kurtis startuoliams (angl. *start-up*) ir padedant jiems augti. Mokesčių kreditas skatina ir dideles įmones, numačiusias agresyvias investicijas į MTEP veiklą.

Tikslingai puslaidininkų elektronikos plėtrą skatinančių MTEP programų trūkumas. Puslaidininkų pramonė galėtų sukurti papildomą paskatą aktualiems MTEP tiek fundamentinių tyrimų įvairovės, tiek tyrimų pritaikymo galimybių prasme. Visgi, tyrimų centrų atstovai čia mato ir silpnę – naujų sričių atsivėrimas nebūtinai paskatins mokslininkus imtis tyrimų naujose kryptyse. Taip yra dėl naujiems tyrimams nepalankios institucinės sąrangos. Bet kuri nauja tyrimų kryptis reiškia, jog reiks bent kelerių metų įdirbio, kai, tikėtina, bus mažiau mokslinių pasiekimų, kurių kiekis turi tiesioginę įtaką mokslininkų vertinimui. Dėl šios priežasties, norint vystyti naujus mokslinius tyrimus ir juos pritaikyti, Lietuvos mokslo taryba turėtų kiek atlaisvinti reikalavimus mokslininkams nuolat publikuoti savo darbus ir taip leisti jiems prisiimti didesnes rizikas, neišvengiamas naujų sričių tyrimuose.²⁵ Akcentuodamas elektronikos tyrimais užsiimančių mokslininkų veiklą, KTU profesorius Žilvinas Nakutis pažymi, kad jau dabar šių sričių specialistams projektų vertinimo kriterijai yra nepalankūs, nes jų MTEP produkcijos konkurencingumą tarp fundamentinių mokslų atstovų produkcijos riboja *know-how* atskleidimo rizika.²⁶

Realizavimo rinkų trūkumas – šiuo metu Lietuva neturi lustų tiekimo grandžių į užsienį, t.y. esame importuotojai ir nesame žinomi kaip patikimi mikroelektronikos ir lustų tiekėjai. Taip pat ribotai dalyvaujame ir kitose pramonės šakose, kuriose yra didelis lustų poreikis. Dėl šios priežasties, pradėjus gaminti lustus, Lietuva neturės galimybės kliautis esamų kontaktų užsakymais. Patikimumas ir patirtis yra itin svarbūs aspektai įsivertinant konkurencingoje lustų rinkoje, kur itin aktuali kokybė ir prekių pristatymas laiku.

GALIMYBĖS:

- „Teltonikos“ kuriama puslaidininkų pramonė
- Lazerių sektoriaus plėtra ir bendradarbiavimas su pramonės automatizavimo sistemų gamintojais
- Mažatiražės gamybos specializacija
- Perėjimas prie žaliųjų technologijų/žaliųjų miestų iniciatyva
- Pramonės transformacija
- Misijomis grįstos mokslo ir inovacijų programos
- Dvišalis bendradarbiavimas su užsienio partneriais
- Patekimas į strategines vertės grandines prisijungiant prie ES iniciatyvų

„Teltonikos“ kuriama puslaidininkų pramonė. Viena labiausiai viešai aptariamų galimybių, tiesiogiai susijusių su puslaidininkų pramonės kūrimu, yra „Teltonikos“ įmonių grupės planas Lietuvoje kurti puslaidininkų pramonės ekosistemą, į kurią įeitų MTEP centras, lustų gamykla, lustų pjaustymo, surinkimo ir pakavimo gamykla, o vėliau ir silicio gryninimas. Įmonės atstovai teigia, kad daugiau nei 3 mlrd. eurų vertės projektas būtų itin naudingas ne tik jos veiklai, tačiau ir Lietuvai bei visam regionui, nes sukurtų naujų, itin gerai apmokamų darbo vietų, praplėstų tematinį aukštos kvalifikacijos reikalaujančių darbų spektrą, kas paskatintų daugiau žmonių rinktis aktualias studijų kryptis ir pritrauktų darbuotojų iš užsienio

²⁵ Pokalbis su VU LTC direktoriumi Aidu Matijošiumi, 2021.10.27.

²⁶ Pokalbis su KTU Elektros ir elektronikos prof. Žilvinu Nakučiu 2021.10.28

– tiek išėivių lietuvių mokslininkų, tiek ir kitų šalių specialistų.²⁷ Be to, „Teltonikos“ puslaidininkų gamyba galėtų pasitarnauti ir Lietuvoje vykdomų mokslinių tyrimų plėtrai ir pritaikymui.

Lazerių sektoriaus plėtra ir bendradarbiavimas su pramonės automatizavimo sistemų gamintojais.

Kita identifiikuota galimybė, susijusi su galimai svariausiu Lietuvos pramonės įsitraukimu į tarptautinę puslaidininkų vertės grandinę, yra lazerių sektoriaus plėtra. Jau dabar kai kurių lazerių įmonių kuriamos technologijos yra pasitelkiamos puslaidininkų gamybos grandinėje – ypač paskutinėje puslaidininkinių lustų gamybos proceso dalyje, kurioje lazerių precizika leidžia pasiūlyti kur kas efektyvesnius už šiuo metu rinkoje įsivertinusius technologinius sprendimus. Nors ši rinka šiandien yra palyginus smulki niša bendrame lazerių sektoriuje, kuris pats yra santykinai nedidelė pramonės sritis, tikėtina, jog tiek puslaidininkinių lazerių, tiek ir lustų gamyboje naudojamų lazerių paklausa augs dėl jų panaudojamumo puslaidininkinių plokštelių pjaustymui, itin plonų sluoksnių užnešimui bei lustų žymėjimui. Dar didesnė pridėtinė vertė iš lazerių sektoriaus galėtų būti sukurta apjungiant lazerių gamybą su kita pramonėje naudojama infrastruktūra. Pasak Lietuvos lazerių asociacijos direktoriaus Petro Balkevičiaus, abipusiai naudinga galėtų būti kooperacija tarp Lietuvoje veikiančių lazerių ir pramonės automatizavimo sprendimus siūlančių robotikos įmonių.²⁸

Mažatirazės gamybos specializacija yra viena iš galimybių Lietuvoje kurti ir gaminti lustus, pritaikytus konkrečioms produktams, atsisakant kelių lustų naudojimo ir jų apjungimo, taip iš esmės didinant efektyvumą, gerinant produkto kokybę ir ilginant tarnavimo trukmę. Tai galėtų atverti kelią naujiems gaminiams, kurie jutiklius integruotų tiesiogiai į lustus ir sumažintų energijos poreikį bei įgalinant gaminti prietaisus, kurie mažiau priklausytų nuo išorės maitinimo. Tai nauja sritis, todėl tokių lustų gamyba mažomis serijomis yra santykinai brangi, bet dėl didelio intelektualio potencialo turi geras perspektyvas didelei pridėtinai vertei.

Perėjimas prie žaliųjų technologijų ir žaliųjų miestų iniciatyva. Perėjimui prie žaliųjų technologijų ir su jomis susijusiai žaliųjų miestų iniciatyvai įgyvendinti reikia rinkti duomenis apie mieste susidarančią taršą, energijos poreikį ir pasiūlą bei kitus aplinkos faktorius. Išorinius ir ypač autonominius energijos šaltinius turinčių jutiklių gamyba yra perspektyvi nišinė rinka, paranki mažu mastu, bet turinti didelį intelektualinį potencialą įmonėms.

Pramonės transformacija. ES siekia išlaikyti ir didinti savo ekonomikos konkurencingumą pasauliniame kontekste bei prisitaikyti prie neišvengiamų pokyčių klimato kaitos akivaizdoje. Tai sukuria papildomą stimulą ir galimybes Lietuvos pramonės įmonėms siekti transformacijos ir adaptuoti naujausias technologijas efektyvinant savo gamybos ir verslo procesus. Rinkos spaudimas ir ES bei Lietuvos strateginės žaliosios skaitmeninės transformacijos kryptys turėtų paskatinti Lietuvos pramonės įmones deramai suvokti šios krypties inovacijų nešamą naudą ir paskatinti investicijas į Lietuvoje vykdomų mokslinių tyrimų pritaikymą vietos gamyboje bei verslo ir mokslo bendradarbiavimą.

Misijomis grįstos mokslo ir inovacijų programos. Viena iš galimybių puslaidininkų ekosistemos skatinimui galėtų būti misijomis grįstų mokslo ir inovacijų programų koncepcija. Nors šiuo metu dar nėra galutinai patvirtintos programų tematikos, tačiau, atsižvelgiant į platų identifiкуotų problemų spektrą, šios programos galimai padėtų spręsti dalį puslaidininkų ekosistemos kūrimo iššūkių, ypač švietimo srityje.

Dvišalis bendradarbiavimas su užsienio partneriais. Galimybės plėsti puslaidininkų sektorių Lietuvoje taip pat sietinos ir su tarptautiniais partneriais. Šiuo atžvilgiu išskirtinos dvišalės bendradarbiavimo galimybės su didžiausiais puslaidininkų rinkos atstovais. Nagrinėjant dvišalius santykius, visų pirma, pabrėžtina galimybė išnaudoti šiuo metu suaktyvėjusį ekonominį bendradarbiavimą su Taivanu ir JAV, pasisemiant puslaidininkų ekosistemos kūrimui reikiamų kompetencijų ir *know-how*. Glaudesnis dvišalis

²⁷ Nacionalinė fizikos konferencija, 2021.10.08.

²⁸ Pokalbis su Lietuvos lazerių asociacijos direktoriumi Petru Balkevičiumi, 2021.10.29.

bendradarbiavimas puslaidininkių srityje galėtų atverti galimybes tiek privačioms Lietuvos įmonėms, tiek universitetams išsiųsti savo specialistus ar studentus stažuotis į didžiausias pasaulyje puslaidininkių gamybos ar projektavimo įmones. Viena tokių kompetencijos gilinimo sričių yra VLSI lustų projektavimas – mokant projektuoti bei įsigijus atitinkamą architektūrą, galima kurti originalų lusto dizainą ir jį užsakyti gamybai.

Bendradarbiavimas puslaidininkių srityje taip pat atvertų platesnes galimybes pasikviesti aukščiausio lygio užsienio specialistus dėstyti Lietuvos universitetuose ir kurti ekspertų grupes ir / ar struktūras, teikiančias rekomendacijas politikos formuotojams. Ilgainiui, dvišalės partnerystės galėtų paskatinti verslo misijas bei pritraukti Taivano ar JAV didžiųjų puslaidininkių gamintojų/projektuotojų investicijas į Lietuvą. Tiesa, kaip teigia inovacijų vadybos ekspertas Artūras Jakubavičius, tam Lietuvai visų pirma reikia išsiginčinti savo potencialų vaidmenį puslaidininkių vertės grandinėje, o tuomet suformuoti kitų valstybių kontekste konkurencingą vertės pasiūlymą, į kurį įeitų valstybės bei privačių įmonių indėlis, reikiama infrastruktūra (tyrimų centrai, specialistų kiekis ir pan.), aprūpinimas energijos ištekliais, patogi lokacija, mokestinės lengvatos ir kiti aspektai.²⁹

Patekti į strategines vertės grandines prisijungiant prie ES iniciatyvų. Strateginė vertės grandinė suprantama kaip tarpusavyje susijusių ekonominių veiklų ir jas vykdančių ūkio subjektų, produktui, procesui ar paslaugai sukuriančių pridėtinę vertę, visuma. Strateginės vertės kūrimo grandinės yra sisteminės svarbos ir atitinka tris dimensijas:

- **Technologinis novatoriškumas** (vertės grandinės pagrindimas strateginių technologijų pritaikymu, MTEP rezultatais ar technologinėmis inovacijomis, pavyzdžiui, autonominiu vairavimu, mažą CO2 kiekį išskiriančiomis technologijomis).
- **Ekonominis ir rinkos potencialas** (vertės grandinės faktinė ar potenciali ekonominė svarba).
- **Visuomeninė ir politinė svarba Europai** (vertės grandinės reikšmingas indėlis atliepiant Europos visuomenės iššūkius ir politikos tikslus, pavyzdžiui, klimato kaitos, visuomenės senėjimo, Europos saugumo ir autonomiją bei kitus tikslus).

Europos Komisija yra identifikavusi šias **9 strategines ES vertės kūrimo grandines**:

- 1) švarus, susietas ir autonominis transportas;
- 2) išmanioji sveikata;
- 3) CO2 emisiją mažinanti pramonė;
- 4) vandenilio technologijos ir sistemos;
- 5) pramoninis daiktų internetas;
- 6) kibernetinė sauga;
- 7) baterijos;
- 8) aukšto našumo skaičiavimo sistemos;
- 9) mikroelektronika.

Puslaidininkių pramonė turi glaudžias sąsajas net su trimis iš devynių ES strateginių vertės grandinių: **švarus, susietas ir autonominis transportas, pramoninis daiktų internetas, mikroelektronika.**

Potencialios partnerystės gali būti užmegztos aktyviai įsitraukiant į Europos puslaidininkių ekosistemai stiprinti skirtas ES iniciatyvas. Šiuo požiūriu išskiriamas 2021 m. vasarą įsteigtas **ES procesorių ir puslaidininkinių technologijų aljansas**, skirtas ES elektronikos projektavimo kompetencijų stiprinimui bei gamybinių pajėgumų plėtrai. Prie aljanso gali prisijungti organizacijos, turinčios patirties ar planuojančios veiklas, susijusias su procesorių ar puslaidininkinių technologijomis. Lietuvos įmonėms, atitinkančioms valstybės paramos, skirtos BEISP suderinamumo su vidaus rinka kriterijus, taip pat akcentuojama galimybė prisijungti prie **BEISP projekto mikroelektronikos srityje** (BEISP ME2).³⁰ Vienas pagrindinių

29 Pokalbis su Lietuvos inovacijų centro, Inovacijų paramos paslaugų departamento vadovu Artūru Jakubavičiumi, 2021.11.22.

30 Europos Komisija, Valstybės pagalbos, skirtos bendriems Europos interesams svarbių projektų vykdymui skatinti, suderinamumo su vidaus rinka analizės kriterijai, Europos Komisijos komunikatas, 2014.

Žr. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014XC0620%2801%29&from=EN>.

privalumų yra tai, kad dalyvaujantiems projektams suteikiama galimybė padengti iki 100 % finansavimo trūkumo, kompensuojant daugybę tinkamų finansuoti išlaidų, atsižvelgiant į rizikas vykdant mokslinius tyrimus šiame sektoriuje.

Lietuvos įmonė, net ir neprisijungusi prie BEISP ME2 iniciatyvos kaip tiesioginis dalyvis, turi galimybių prisijungti į vertės grandinę – prisijungti kaip BEISP ME2 tiesioginių dalyvių partneris arba dalyvauti BEISP ME2 subprojektuose. Tam, kad Lietuvos įmonės turėtų prieigą ir galimybes prisijungti prie tokių projektų, būtina paskatinti jas dalyvauti tinklaveikoje – artimose „Europos horizonto“ partnerystėse, kuriose būtų galima užmegzti reikiamus dalykinius ryšius ir tapti matomiems. Tematiškai artimiausia „Europos horizonto“ partnerystė yra „**Pagrindinės skaitmeninės technologijos**“ (angl. *Key Digital Technologies*).³¹ Kitos puslaidininkinėms technologijoms tematiškai artimos partnerystės, kuriose Lietuvos įmonės galėtų plėtoti naudingus ryšius ir siekti prisijungti prie bendrų MTEPI projektų, yra šios:

- Išmanieji tinklai ir paslaugos (angl. *Smart Networks & Services*)
- Europos Fotonika (angl. *Photonics Europe*)
- Pasauliniu mastu konkurencingos kosmoso sistemos (angl. *Globally Competitive Space Systems*)
- Didelio našumo skaičiavimai (angl. *High Performance Computing*)
- Dirbtinis intelektas, duomenys ir robotika (angl. *Artificial Intelligence, Data and Robotics*).

Puslaidininkijų ekosistemos plėtra pasitelkiant ES Lustų aktą bei ESIC. 2022 m. vasarį pasirodžiusiame Europos Komisijos pasiūlyme dėl priemonių sistemos Europos puslaidininkijų ekosistemai stiprinti (Lustų aktas) numatomi penki strateginiai tikslai³²:

- 1) Europa turėtų stiprinti savo lyderystę mokslinių tyrimų ir technologijų srityje;
- 2) Europa turėtų kurti ir stiprinti savo pajėgumus diegti inovacijas kuriant, gaminant ir integruojant į korpusą pažangius lustus ir paversti juos komerciniais gaminiais;
- 3) Europa turėtų sukurti tinkamą sistemą, kad iki 2030 m. iš esmės padidintų savo gamybos pajėgumus;
- 4) Europa turėtų spręsti didelio įgūdžių trūkumo problemą, pritraukti naujų talentų ir remti kvalifikuotos darbo jėgos atsiradimą;
- 5) Europa turėtų nuodugniai išmanyti pasaulines puslaidininkijų tiekimo grandines.

Šiems tikslams pasiekti numatoma per 2021-2027 m. finansinį laikotarpį skirti 3,3 mlrd. EUR (didžiąją dalį iš „Europos horizonto“ bei Skaitmeninės Europos programų) ir sukurti:

- **Europos lustų iniciatyvą**, remiančią didelio masto technologinių pajėgumų stiprinimą ir inovacijas, taip sudarant sąlygas plėtoti ir diegti pažangiausias ir naujos kartos puslaidininkijų bei kvantines technologijas. Tai sustiprins ES puslaidininkijų projektavimo, sistemų integravimo bei lustų gamybos kompetencijas. Daugiausia dėmesio skiriama startuoliams ir MVĮ. Ši iniciatyva yra bene pagrindinis viso plano elementas ir numato:
 - sukurti pažangius didelio masto integrinių puslaidininkinių įtaisų technologijų projektavimo pajėgumus;
 - tobulinti esamas ir kurti naujas pažangias bandomąsias linijas;
 - kurti pažangių technologijų ir inžinerinius pajėgumus, siekiant paspartinti inovacinį kvantinių lustų kūrimą;
 - sukurti kompetencijos centrų tinklą visoje Sąjungoje;
 - imtis veiklos, kuri bendrai apibūdinama kaip Lustų fondo veikla, siekiant sudaryti palankesnes sąlygas startuoliams, veiklą plečiančioms įmonėms, MVĮ ir kitoms puslaidininkijų vertės kūrimo grandinės įmonėms gauti skolos finansavimą ir nuosavą kapitalą.

³¹ European Partnership under Horizon Europe. Key Digital Technologies. Žr. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/funding/documents/ec_rtd_he-partnerships-for-key-digital-technologies.pdf.

³² Europos Komisija, *Europos Parlamento ir Tarybos Reglamentas, kuriuo nustatoma Europos puslaidininkijų ekosistemos stiprinimo priemonių sistema* (Lustų aktas), 2022,

Žr. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:ca05000a-89d4-11ec-8c40-01aa75ed71a1.0021.02/DOC_1&format=PDF.

- **Sistemą, kuria būtų užtikrintas tiekimo saugumas.** Tai numatoma pritraukiant investicijas ir didesnius gamybos pajėgumus puslaidininkų gamybos srityje, įskaitant pažangų integravimą į korpusą, bandymus ir surinkimą pasitelkiant pirmuosius tokio pobūdžio integruotos gamybos įrenginius ir atvirąsias ES gamyklas.

- **Valstybių narių ir Komisijos koordinavimo mechanizmą.** Toks mechanizmas būtų skirtas stiprinti bendradarbiavimui tarp valstybių narių, taip pat puslaidininkų pasiūlos, paklausos stebėsenai, stygių prognozei bei specialių priemonių vykdymui kilus krizinėms padėtimis rinkoje.

Atsižvelgiant į ES Lustų akto numatomas iniciatyvas, manoma, jog Lietuvoje esantys **Europos skaitmeniniai inovacijų centrai (ESIC)** galėtų veikti kaip vietos puslaidininkų ekosistemos plėtros katalizatoriai. Siekdama Skaitmeninės Europos programos tikslų įgyvendinimo, Europos Komisija kuria ESIC tinklą. Šis tinklas vaidins pagrindinį vaidmenį Skaitmeninės Europos programoje, skatinant dirbtinio intelekto, didelio našumo kompiuterių ir kibernetinio saugumo taikymą, taip pat spartinant kitų pramonės skaitmeninimo technologijų diegimą (ypač MVĮ ir vidutinio kapitalo įmonėse) bei Europos viešojo sektoriaus organizacijose. Galimybę teikti ir tapti ESIC ir per septynerius metus gauti iš viso iki 11.655 mln. EUR ES finansavimo, nacionalinės atrankos metu Lietuvoje įgijo trys – Saulėtekio slėnio mokslo ir technologijų parko, Lietuvos inovacijų centro bei Kauno Technologijos Universiteto koordinuojami konsorciumai. Konsorciumai apjungia įvairias Lietuvos organizacijas (asociacijas, universitetus, privataus kapitalo įmones ir kt.), kurie pirminės atrankos metu pademonstravo itin aukšto lygio kompetencijas. Planuojama, kad Lietuvoje įsteigti ESIC veiks „vieno langelio“ principu ir padės įmonėms tapti konkurencingesnėmis dėl skaitmenines technologijas pasitelkiančių verslo ir gamybos procesų, produktų ar paslaugų, suteiks galimybę naudotis techninėmis žiniomis ir eksperimentais, kad įmonės galėtų „išbandyti prieš investuodamos“. Teiks inovacijų paslaugas, tokias kaip finansavimo patarimai, mokymai ir įgūdžių tobulinimas, reikalingas sėkmingai skaitmeninei ir žiedinei transformacijai.

Vienas iš ESIC tikslų yra suteikti verslams ir viešojo sektoriaus organizacijoms prieinamas paslaugas, atsižvelgiant į Skaitmeninės Europos programos tikslus. Kitas, ne mažiau svarbus, yra paskatinti bendradarbiavimą tarp skirtingų valstybių ESIC. Tokiu būdu siekiama sumažinti bet kokius geografinius apribojimus – t.y. jeigu įmonė neturi galimybių gauti tam tikros paslaugos Lietuvoje, Lietuvoje veikiantis ESIC gali padėti susirasti ESIC kitoje valstybėje, kuris teikia įmonei reikalingą paslaugą. Ne tik Lietuvoje, bet ir kitose ES šalyse, kurios pretenduoja į pirmuoju kvietimu EK teikiamą paramą, į konsorciumus susijungę aukščiausio lygio universitetai, tyrimų institutai, privataus kapitalo įmonės ir kt. Per lietuviškuosius ESIC Lietuvos įmonės gaus prieigą paslaugoms visoje ES. Paminėtina, kad ESIC teiks paslaugas nemokamai arba už sumažintą įkainį, todėl tai puiki proga įmonėms, siekiančioms gilinti savo žinias puslaidininkų sektoriuje. ESIC tinklo panaudojimas taip pat gali pagelbėti Lietuvos įmonėms įsijungti į tarptautines vertės grandines. Per Vokietijoje, Austrijoje, Prancūzijoje, Italijoje pradėsiančius veikti ESIC galima mažesne apimtimi integruotis į jau vykdomus IPCEI ME projektus, arba planuojamus IPCEI ME2 projektus.

Atsižvelgiant į Komisijos interesą remti verslą per ESIC teikiamas paslaugas, galima svarstyti papildomai sustiprinti jų paslaugų portfelį, įtraukiant su puslaidininkiais susijusias paslaugas ir taip Lietuvoje sukuriant puslaidininkų kompetencijos centrą. Pažymima, jog minimų konsorciumų šiuo metu siekiančių ESIC statuso sudėtyje yra bene visi reikšmingiausi Lietuvos puslaidininkų MTEP centrai, todėl toks centras galėtų MVĮ ir startuoliams teikti visas atitinkamas ESIC paslaugas puslaidininkų srityje, o kartu ir kurti naujas bandymo linijas puslaidininkų projektavimui bei gamybos MTEP; informuoti ir teikti būtinas praktines žinias. Vertinant tai, kad puslaidininkų infrastruktūra yra brangi, optimaliausia būtų nedubliuoti jau esamų pajėgumų, bet juos sustiprinti naujausiomis technologijomis, arba kurti naują specifinę infrastruktūrą ir teikti paslaugas, skirtas visoje Lietuvoje ir artimajame užsienyje veikiančioms įmonėms.

GRĖSMĖS:

- Didelė konkurencija
- Didėjantis tikslųjų mokslų specialistų stygius
- Geopolitinės rizikos

Didelė konkurencija. Viena pagrindinių išskiriamų rizikų, susijusi su valstybės indėliu į puslaidininkių pramonės vystymą Lietuvoje, yra atsiperkamumas. Pažymima, jog norint užimti bent dalį puslaidininkių lustų gamybos proceso, reikia milžiniškų investicijų, kurios keliautų į itin didelės konkurencijos sritį. Aptariamų technologijų kaitos greitis yra didelis, todėl, remiantis ekonomine kaštų ir naudos analize, reikia pasverti, į kokią vertės grandinės dalį verta investuoti valstybės pinigus ir mokslo bei verslo atstovų laiką. Kuriant tokių investicijų reikalaujančią pramonę reikia atsižvelgti, ar puslaidininkių gamyba (ar bent jos dalis), vykdoma Lietuvoje, bus pakankamai konkurencinga ir sukurs pakankamai pridėtinės vertės, pateisinančią tokias investicijas.

Puslaidininkių pramonės atsiradimas Lietuvoje galėtų apjungti įvairių sektorių verslų, mokslo ir studijų institucijų veiklą, sutapti su strateginiais ES tikslais bei skatinti ES technologinę nepriklausomybę nuo trečiųjų šalių tiekėjų. Nepaisant to, dalis ekspertų teigia, jog šiuo metu neatrodo, jog Lietuvoje yra pakankamas poreikis lustų gamybai.³³ Lietuvos patirtis puslaidininkinių lustų gamyboje yra ribota, taip pat nėra iki galo aiškus inovacinis potencialas, kuris leistų sėkmingai konkuruoti šioje ypač konkurencingoje pasaulinėje rinkoje.³⁴ Šiuos pamąstymus papildė ir „Deeper“ gamybos vadovas Martynas Pikšrys, įmonėje atsakingas už visų reikalingų komponentų tiekimą. Puslaidininkių pramonės atsiradimas Lietuvoje, net jei ir tiktų jo atstovaujamos įmonės produkcijai, vargu ar paskatintų keisti tiekėjus. Pasak jo, tiekimo tempų ar kainos prasme nėra didelio skirtumo tarp derybų su lietuvių gamintojais ir, kaip daroma šiuo metu, su dabartinių tiekėjų atstovais Lietuvoje. Dėl masto ekonomijos principų patrauklesnis variantas, veikiausiai, vis tiek būtų užsakinėti iš Azijos gamintojų.³⁵ FTMC atstovas Domas Jokubauskis taip pat pažymi infrastruktūros išlaikymo kaštus. Pavyzdžiui, lustų gamybos procesui reikalingos švarios patalpos, kurių įranga nuolatos dėvisi, o energija jai išlaikyti naudojama nepriklausomai nuo to, ar ten kažkas gaminama. Dėl šios priežasties reikia tiksliai įsivertinti paklausą ir užtikrinti nenutrūkstamą gamybą.³⁶

Didėjantis specialistų stygius. Skiriant valstybės pagalbą, tačiau neužtikrinant tarpsektorinio Lietuvos įmonių įsitraukimo į puslaidininkių pramonę, kyla grėsmė subsidijuoti vieną verslo šaką kitų susijusių sektorių, priklausomų nuo tų pačių resursų, sąskaita.³⁷ Specialistų stygius yra aktualus bene visiems tikslųjų mokslų išsilavinimo reikalaujantiems sektoriams Lietuvoje ir visoje Europoje. Galima daryti prielaidą, kad puslaidininkių pramonė Lietuvoje iš dalies paskatins susidomėjimą susijusiais inžinerinės, fizikinės pakraipos ir kitais STEM mokslais. Galbūt didesniais atlyginimais pavyks pritraukti daugiau specialistų iš užsienio, tačiau, tikėtina, jog tai specialistų stygiaus problemos ne tik neišspręs, bet ir ją pagilins.

Geopolitinės rizikos. Mąstant apie puslaidininkių pramonės kūrimą Lietuvoje, reikia atsižvelgti ir į geopolitinį kontekstą bei su juo susijusias rizikas. Kaip ir ES, Lietuvoje pritariama bendrai idėjai, jog pasaulinių technologinių varžybų akivaizdoje lustų gamybą reikėtų telkti Europoje, dar geriau – Lietuvoje, jeigu rastume ekonomiškai naudingą ir įgyvendinamą vertės grandinės vaidmenį.³⁸ Puslaidininkių pramonės segmentuose suradus savo nišas, kurios būtų pripažintos kaip visos ES strateginės vertės grandinės dalys, tai tarnautų ne tik kaip potencialiai ekonomiškai naudingas, bet ir kaip svarbus politinis saugumo svertas. Tai suteiktų Lietuvai papildomo politinio svorio, atsižvelgiant į grėsmes mūsų regione. Tačiau tos pačios regioninio nestabilumo grėsmės gali pasitarnauti ir priešingai – keliamas klausimas, ar ES turėtų valios investuoti į ilgalaikį strateginės vertės objektą sąlyginai nestabiliame regione.⁴⁰

33 Pokalbis su FTMC Optoelektronikos skyriaus mokslo darbuotoju Domu Jokubauskiu, 2021.11.04.

34 Ten pat.

35 Pokalbis su „Deeper“ gamybos vadovu Martynu Pikšriu, 2021.11.16.

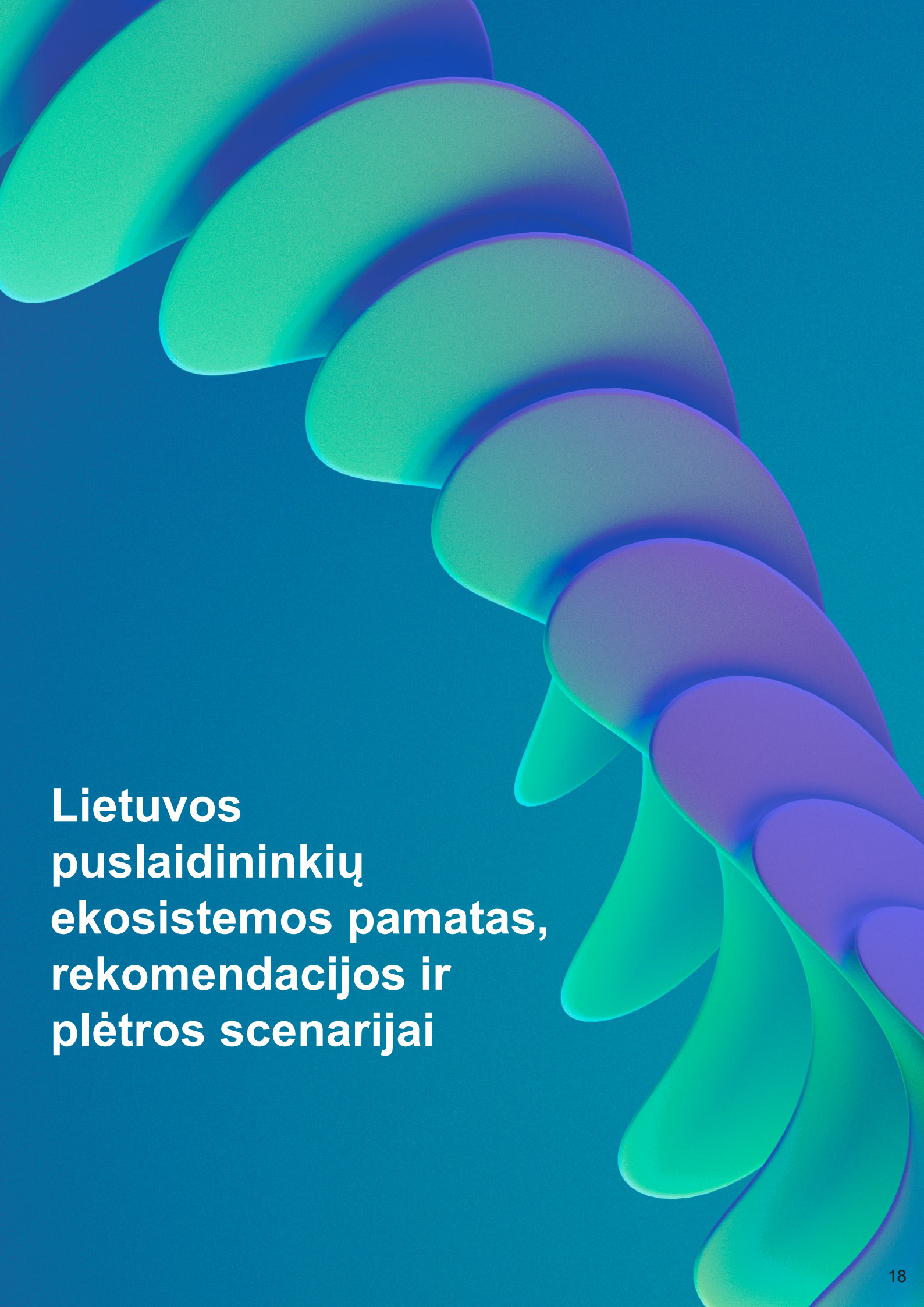
36 Pokalbis su FTMC Optoelektronikos skyriaus mokslo darbuotoju Domu Jokubauskiu, 2021.11.04.

37 Pokalbis su „Light Conversion“ direktoriumi Martynu Barkausku. 2021.11.12

38 Nacionalinė fizikos konferencija, 2021.10.08.

39 Pokalbis su Gamybos inovacijų slėnio direktoriumi Gintaru Vilda, 2021.11.19.

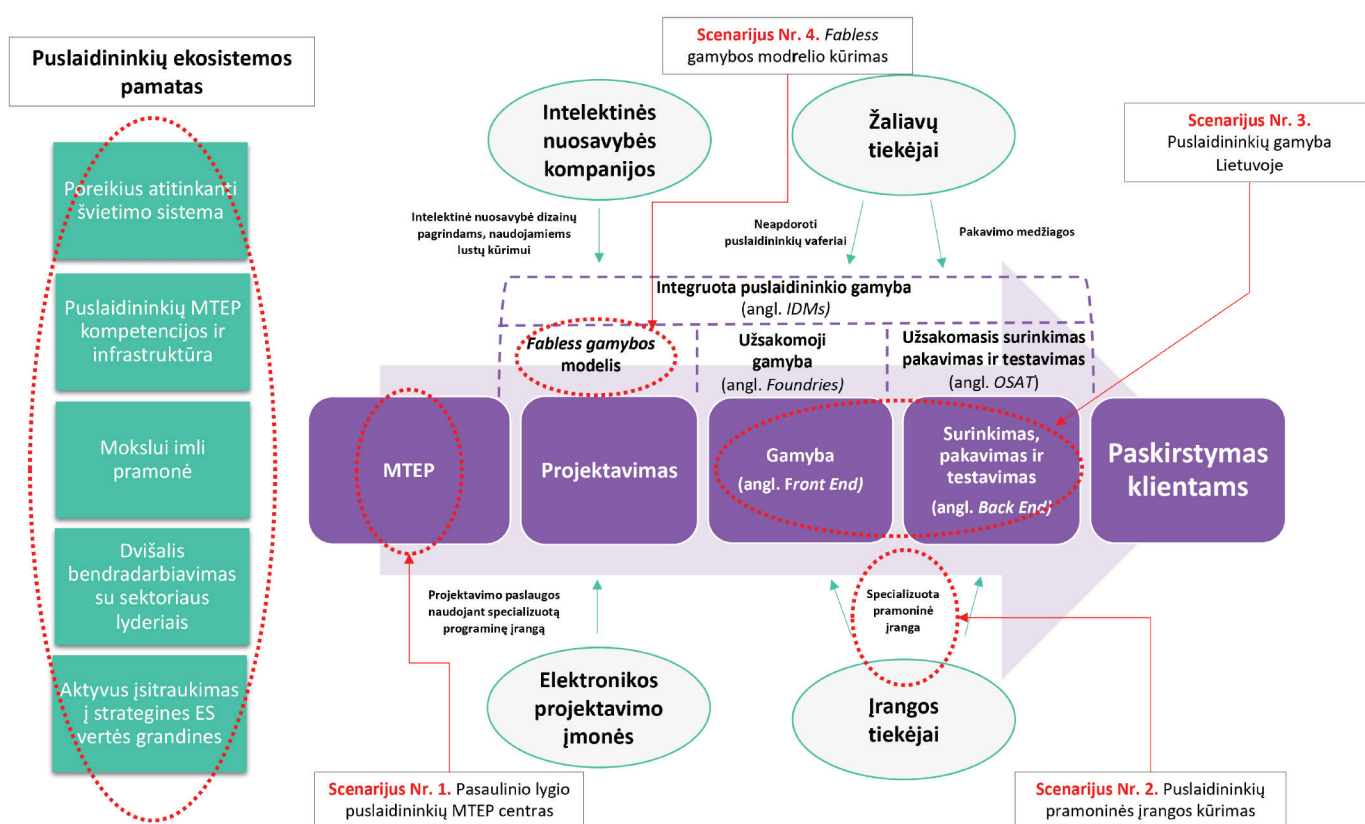
40 Ten pat.



**Lietuvos
puslaidininkių
ekosistemos pamatas,
rekomendacijos ir
plėtros scenarijai**

Ekspertai akcentuoja poreikį išgryninti Lietuvos siekiamą vaidmenį ir jo gylį puslaidininkių vertės grandinėje. Prioritetai yra būtini, atsižvelgiant į globalios puslaidininkių rinkos specializacijos tendencijas bei dideles šiam sektoriui vystyti reikiamas investicijas. Vaidmens išgryninimas turėtų būti įgyvendinamas suburiant politikos formuotojus, pramonės, mokslo šakų atstovus ir nustatant ekonomine investicijų nauda pagrįstą puslaidininkių sektoriaus sritį, jos gylį bei sąsajas su ES strateginėmis vertės grandinėmis. Sutarus dėl prioritetingos srities, ji turėtų būti įtraukta tarp ilgalaikių strateginių valstybės tikslų, kurios būtų nuosekliai siekiama kryptingai investuojant į puslaidininkių ekosistemos pamatinę sritį.

Šio skyriaus tikslas yra **išgryninti puslaidininkių ekosistemai Lietuvoje kurti reikalingą pamatą, išskirti jų stiprinimui reikalingas rekomendacijas bei pateikti keletą alternatyvių plėtros scenarijų** ženklėsniam Lietuvos pramonės įsitraukimui į tarptautinę puslaidininkių vertės grandinę. Tikimasi, jog išskirtos rekomendacijos ir potencialūs plėtros scenarijai pasitarnaus kaip atramos taškas platesnei diskusijai. Iliustravimo tikslais žemiau pasitelkiamas supaprastintas globalios puslaidininkių vertės grandinės paveikslas. Ši iliustracija leidžia vizualiai nurodyti preliminarias sritis globalioje vertės grandinėje, atspindinčias Lietuvos pramonės ir mokslinių institucijų stiprybes ir galimybes.



6 pav. Lietuvos puslaidininkių ekosistemos pamatas ir plėtros scenarijai. Sudaryta autorių remiantis ekspertų įžvalgomis bei Semiconductor Industry Association (2016) Beyond Borders: The Global Semiconductor Value Chain.

Aukščiau pateiktoje iliustracijoje kartu su puslaidininkių vertės grandine pavaizduoti ekspertų įžvalgomis paremti blokai, formuojantys Lietuvos puslaidininkių ekosistemos pamatą. Pamatinės sritys atliepia Lietuvos elektronikos ir optinių prietaisų pramonės bei mokslinių institutų įvardintas stiprybes, silpnybes, galimybes bei grėsmes. Šiam tikslui kartu su penkiais Lietuvos puslaidininkių ekosistemos pamatą formuojančiais blokais detalizuojami ir rekomendacinio pobūdžio tikslai bei uždaviniai, kurių įgyvendinimas ženkliai prisidės siekiant Lietuvos pramonės proveržio puslaidininkių sektoriuje.

Puslaidininkų ekosistemos poreikius atitinkanti švietimo sistema

Būtina užtikrinti didesnę susidomėjimą STEM mokslais, nes tai leistų paruošti daugiau specialistų, kurių trūksta jau dabartiniams pramonės poreikiams užpildyti ir, tikėtina, dar labiau trūks, jei Lietuva turės žymų indėlį puslaidininkų pramonės vertės grandinėje. Atitinkamai, švietimo sistemos stiprinimui **išskiriamos šios rekomendacijos:**

1.1	<p>Sukurti ir vykdyti informacinę kampaniją, skatinančią rinktis fizikos, elektronikos, inžinerijos, nano mokslų, lustų VSLI projektavimo ir kitas STEM studijų kryptis:</p> <ul style="list-style-type: none">• naudotis turimais komunikacijos kanalais, prisidedant prie universitetų susijusių studijų programų viešinimo mokyklose;• kurti naujas bei intensyvinti jau veikiančias mobiliųjų laboratorijų programas mokyklose ilgainiui transformuojant jas į specializuotas stacionarias (fizikos, chemijos, biologijos ir kt.) laboratorijas;• skatinti aktyvų mokyklų įsitraukimą į regionuose šiuo metu kuriamus atviros prieigos STEM centrus;• skatinti STEM mokslų paremtų sektorių lyderius verslininkus bei mokslininkus kaip kviestinius svečius vesti parodomąsias pamokas mokyklose;• prisidėti prie susijusių sektorių įmonių siūlomų stipendijų universitetų studentams viešinimo (pvz., „Teltonika“, „Light Conversion“);• pasitelkiant turimus komunikacijos kanalus paskleisti universitetų vykdomas informacines kampanijas, siekiant į susijusias studijas pritraukti studentus iš užsienio;• prisidėti viešinant universitetinių tyrimų ir kitus susijusios srities pasiekimus bei inovacijas.• prisidėti skatinant studentus pasinaudoti esamomis universitetų partnerystėmis išvykstant į stipendijų, stažuočių ar mainų programas (pvz., „Erasmus+) taip suteikiant galimybę pasisemti susijusių žinių iš lyderiaujančių universitetų.
1.2	<p>Remti naujų specializuotų gamtos mokslų laboratorijų kūrimą mokyklose suteikiant moksleiviams daugiau galimybių pritaikyti įgytas žinias praktiniuose užsiėmimuose.</p>
1.3	<p>Kurti naujas ir plėsti jau esančias fizikos, elektronikos, inžinerijos ir kitų susijusių STEM sričių programas universitetuose, kuriuose būtų rengiami (mikro)elektronikos sektoriui reikalingi specialistai. Taip pat kurti ir viešinti jau esančias susijusių sričių profesines kvalifikacijos gilinimo ir/ar persikvalifikavimo programas.</p>
1.4	<p>STEM studijų pakraipų studentams kurti naujas stažuočių, praktikų ir (ar) mainų programas lyderiaujančiuose Lietuvos bei pasaulio universitetuose ir įmonėse.</p>
1.5	<p>Išnaudoti Lietuvos finansuojamas universitetų studijų vietas partnerių šalių studentams (pvz., Ukrainos ar Baltarusijos), nukreipiant finansavimą į STEM kryptis. Tokiems studentams taip pat suteikti lengvatines sąlygas darbo vizų/laikino leidimo gyventi išdavimui, įskaitant ir laikotarpį po studijų baigimo.</p>
1.6	<p>Spręsti mokytojų stygių lengvinant sąlygas ir skatinant atitinkamą tikslųjų mokslų išsilavinimą turintiems kitų profesijų atstovams lengviau persikvalifikuoti ir tapti mokytojais. Taip pat prisidėti prie susijusių jau egzistuojančių programų (pvz., „Renkuosi mokyti“) viešinimo.</p>
1.7	<p>Skatinti šiuo metu dirbančius tikslųjų mokslų mokytojus, ypač regionuose, informuojant apie bendradarbiavimo su universitetais, įmonėmis galimybes, siekiant organizuoti daugiau mokinių išvykų į tyrimų laboratorijas ir iš arti susipažinti su pažangiomis technologijomis paremtų įmonių veikla.</p>
1.8	<p>Paskirti Švietimo ir mokslo ministerijos misiją puslaidininkų ekosistemai reikalingų kompetencijų ir žinių vystymui, įskaitant papildomą dėmesį STEM kryptims bei profesinės kvalifikacijos tobulinimo ir atitinkamas persikvalifikavimo programoms.</p>

Puslaidininkų MTEP kompetencijos ir infrastruktūra

Universitetų bei puslaidininkų srityje dirbančių mokslinių institutų stiprinimas, kuris paskatintų inovacijas puslaidininkinių medžiagų ir jų apdirbimo ir optoelektronikos srityse. Jas vėliau turėtų pritaikyti mokslui imli ir aukštą pridėtinę vertę kurianti vietos pramonė. Puslaidininkų ekosistemai reikalingų MTEP kompetencijų ir infrastruktūros stiprinimui ekspertai išskiria šiuos uždavinius:

2.1	Skatinti universitetus ir mokslo centrus kurti ir plėsti su puslaidininkiais susijusių tyrimų laboratorijas, užtikrinant prieigos galimybę atitinkamas fizikos, chemijos, elektronikos ir kt. susijusių sričių specializacijas pasirinkusiems studentams.
2.2	Įvertinti poreikius ir sukurti specializuotą laboratoriją(-as), pritaikytą lustų dizaino moksliniams tyrimams ir eksperimentinei plėtrai. Galimas vienas veiklos modelis arba jų kombinacija: <ul style="list-style-type: none">• bendras pramonės ir mokslo MTEP centras, papildantis jau esamą mokslinę-technologinę infrastruktūrą trūkstamais pramonės reikmėms skirtais technologiniais komponentais;• keletas laboratorijų, veikiančių skirtingose Lietuvos vietose;• virtuali laboratorija.
2.3	Sukurti paskatų sistemą verslui investuoti privačias lėšas į atviros lustų dizaino laboratorijos (-ų) sukūrimą ir eksploataciją. Skatinti akademinės bendruomenės ir verslo subjektų įsitraukimą į mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros veiklas, susijusias su lustų dizainu.
2.4	Didinti finansavimą mokslininkų atlyginimams, ypač jaunesniesiems mokslo darbuotojams ir mokslo darbuotojams, skatinant daugiau studentų tęsti savo profesinę karjerą moksle.
2.5	Pagerinti doktorantų socialinę apsaugą: <ul style="list-style-type: none">• doktorantų stipendiją socialinių išmokų kontekste prilyginti atlyginimui. Tai leistų numatytą terminą gauti socialines išmokas (pvz. tėvystės/motinstės) ir akademių atostogų metu.
2.6	Sukurti finansavimo priemonę, suteikiančią galimybę mokslininkams pradėti naujos krypties MTEP tyrimus mikroelektronikos ir puslaidininkinės fizikos srityse. Skatinti imtis naujų MTEP tyrimų tokia priemone suteikiant galimybę pirmus 2-3 metus nepublikuoti/mažinti publikavimo reikalavimus ir juos pakeisti kitais reguliariais efektyvaus darbo įvertinimo kriterijais.
2.7	Peržiūrėti ir diferencijuoti publikavimo karteles taikomųjų ir fundamentinių mokslų atstovams projektų vertinimo rodikliuose, siekiant suteikti lygias galimybes skirtingų mokslinių sričių atstovams (pvz., elektronikos, mechanikos), kur publikavimo tempai yra mažesni dėl objektyvių priežasčių, įskaitant grėsmę atskleisti praktinį <i>know-how</i> .
2.8	Vykdyti tarptautinę informacinę kampaniją, informuojančią tyrimų institutus ir įstaigas apie galimybes Lietuvoje bei kviečiančią tyrimus ar jų dalį, susijusią su puslaidininkių lustais, vykdyti mūsų šalyje.
2.9	Skatinti puslaidininkių gamintojų ir projektuotojų startuolių ekosistemos kūrimąsi: <ul style="list-style-type: none">• nustatytą terminą finansuoti startuolius, gaminančius ir projektuojančius puslaidininkius didelės pridėtinės vertės elektronikos sektoriams;• skatinti puslaidininkius gaminančių ir projektuojančių startuolių bendradarbiavimą su universitetais, tyrimų institutais (pvz. FTMC);• skatinti verslų konsultacines ir mentorystės programas puslaidininkius gaminantiems ir projektuojantiems startuoliams.
2.10	Sukurti ir vykdyti informacinę kampaniją, skatinančią išnaudoti mažaserijinės puslaidininkinių prietaisų gamybos privalumus: <ul style="list-style-type: none">• skleisti informaciją apie mažaserijinės puslaidininkinių prietaisų ar lustų gamybos galimybes bei teikiamus privalumus gamintojams;• skleisti informaciją įmonėms apie galimybes sukurti pavyzdinius mažos integracijos lustų prototipus Lietuvos tyrimų centruose (pvz., FTMC).

Mokslui imli pramonė

Reikalingos bendro pobūdžio reformos, skatinančios inovacijas, transformuojančias Lietuvos pramonę, ir taip didinančias aukštesnės pridėtinės vertės produkcijos bei aukštųjų technologijų elektronikos ar optinių gaminių pramonę. Tai prisidės prie glaudesnio bendradarbiavimo tarp pramonės ir mokslo, suteikiant sąlygas pritaikyti puslaidininkių MTEP žinias praktikoje, tuo pačiu padedant pramonės įmonėms tobulinti savo produktus ir procesus. Šiam tikslui pasiekti reikalinga vykdyti **šiuos uždavinius**:

- | | |
|-----|--|
| 3.1 | Sukurti ir remti jau esamas dirbančių specialistų fizikos/elektronikos inžinerijos ir susijusių sričių kvalifikacijos tobulinimo programas. |
| 3.2 | Stiprinti Lietuvos puslaidininkių pramonės atstovų kompetencijas ir gebėjimus dalyvauti tarptautinėse tyrimų programose ir iniciatyvose. |
| 3.3 | Sukurti mokestinių kreditų sistemą, leidžiančią sukaupti skolą valstybei, jei atliekamos investicijos į MTEP bet kuriame puslaidininkių vertės grandinės etape. Apibrėžti limitus, įsiskolinimo ir skolos grąžinimo sąlygas bei kitas charakteristikas. |
| 3.4 | Skatinti praktiškai pritaikyti puslaidininkių projektavimo galimybes finansuojant pirmuosius gaminius. |
| 3.5 | Sukurti verslui, bendradarbiaujančiam su mokslo įstaigomis, skirtą su puslaidininkiais susijusių technologijų MTEP puslaidininkių sektoriuje skatinimo priemonę. |
| 3.6 | Sukurti finansinių paskatų sistemą Lietuvos subjektams, vykdančioms MTEPI veiklas, pasitelkiant užsienio tyrimų institutų ir įstaigų patirtį. |
| 3.7 | Skatinti žaliavų, skirtų lustų gamybai išgavimą ir apdirbimą Lietuvoje. Skatinimas turėtų apimti galimybių studijos atlikimą, įvertinant gamybos potencialą, žaliavų paklausą, galimus iškasenų šaltinius, apytikres reikalingas investicijas ir kitus svarbius faktorius. Esant galimybių studijos teigiamai išvadai dėl šių žaliavų gavybos vystymo Lietuvoje, taikyti: <ul style="list-style-type: none">• nefinansinę paramą kuriant žaliavų skirtų lustų gamybai išgavimą ir apdirbimą;• finansinį skatinimą šių pajėgumų atsiradimui. |
| 3.8 | Sukurti priemonę, skatinančią bendradarbiavimą tarp Lietuvos lazerių sektoriaus ir pramoninių automatizavimo sistemų (robotikos) kūrėjų, siekiant generuoti daugiau pridėtinės vertės Lietuvoje. |
| 3.9 | Kartu su ES lustų akto iškeltų tikslų įgyvendinimu, Lietuvoje veiksiančių ESIC pagrindu kurti Lietuvos puslaidininkių kompetencijos centrą (-us). Tokie centrai turėtų stiprinti gebėjimus ir teikti įvairią ekspertinę pagalbą suinteresuotiems subjektams, pirmiausia MVĮ ir startuoliams suteikiant prieigą prie puslaidininkinių įtaisų pilotinių linijų, pavyzdinių lustų prototipų gamybos bei lustų projektavimo technologijų. |

Dvišalis bendradarbiavimas su puslaidininkų sektoriaus lyderiais

Skatinama išnaudoti dvišales partnerystes su valstybėmis, kurių įmonės skirtingose puslaidininkų vertės grandinės etapuose užima didžiausią vaidmenį. Priklausomai nuo išsigrūninto vaidmens puslaidininkų vertės grandinėje, tai galėtų būti JAV, Taivanas, Pietų Korėja, Vokietija, Prancūzija, Nyderlandai. Dvišalio bendradarbiavimo su puslaidininkų sektoriaus lyderiais **vystymui rekomenduojama:**

4.1	Išskirti investicijas į puslaidininkius TUI pritraukimo strategijoje ir išvystyti šiam sektoriui specifinį TUI pritraukimo planą, atsižvelgiant į sektoriaus technologines, geopolitines ir geografines sąlygas. Teikti investicines paskatas aukštą pridėtinę vertę kuriančioms investicijoms, kurios būtų nukreiptos į iš anksto nustatytas prioritetines puslaidininkų technologines sritis (pvz., lustų VSLI projektavimas).
4.2	Parengti Lietuvos, kaip puslaidininkų gamintojų plėtrai palankios aplinkos, komunikacijos strategiją ES ir pasauliui bei ją įgyvendinti.
4.3	Suformuoti puslaidininkų LEZ, skirtą puslaidininkų gamybai ir tyrimams. LEZ sukūrimas apima, bet neapsiriboja, šiomis užduotimis: <ul style="list-style-type: none">• įvertinti galimybę sukurti virtualią LEZ, kuri įtrauktų įmones veikiančias ne tik konkrečioje teritorijoje, bet ir visoje Lietuvoje, ir, esant palankiam sprendimui, sukurti virtualų puslaidininkų LEZ;• pritaikyti mokesčines lengvatas investicijoms į puslaidininkų gamybos pajėgumų didinimą ir tyrimus;• pritraukti organizacijas, vertikalčiai ar horizontalčiai susijusias su puslaidininkų gamybos ir kūrimo vertės grandine;• atstovauti sukurtą LEZ ES politikos ir bendradarbiavimo programose arba įgalinti bei finansinėmis ir politinėmis priemonėmis remti LEZ atstovų įsitraukimą į šias bendradarbiavimo veiklas;• įrengti LEZ reikalingą infrastruktūrą: kelius, elektros, vandens tiekimą ar kitą pagal poreikį reikalingą infrastruktūrą.
4.4	Vykdyti išvykstančias ir atvykstančias mažaserijinės pritaikytų puslaidininkų gamintojų bei projektuotojų verslo misijas.
4.5	Vystyti partnerystę su globalios puslaidininkų vertės grandinės lyderiais ir organizuoti su puslaidininkų veikla susijusių Lietuvos įmonių specialistų stažuotes bei universitetų studentų mainų programas į šių šalių įmones, universitetus ir mokslinių tyrimų centrus. Priklausomai nuo Lietuvai išskirto prioritetinio puslaidininkų vertės grandinės vaidmens, prioritetas turėtų būti teikiamas šių šalių verslams ir mokslinių tyrimų institutams: <ul style="list-style-type: none">• puslaidininkų MTEP: JAV, Japonija, Pietų Korėja, Taivanas, Belgija, Prancūzija, Vokietija;• puslaidininkų projektavimas: JAV, Taivanas, Pietų Korėja, Jungtinė Karalystė;• puslaidininkų gamyba: Taivanas, Pietų Korėja, JAV. Taip pat Vokietija, Prancūzija, mąstant apie senesnės kartos puslaidininkius, analoginius IG ar diskrečius puslaidininkinius prietaisus;• puslaidininkų surinkimas, pakavimas ir testavimas: Taivanas, Japonija, Pietų Korėja;• gamyboje naudojama pramoninė įranga: Nyderlandai, JAV, Japonija, Taivanas.
4.6	Kartu su komercijos atašė sukurti platesnį Lietuvos ekonomikos atstovų tinklą, kuris reprezentuotų Lietuvos elektronikos ir optoelektronikos pramonės sektorių, orientuojantis į puslaidininkų pramonės plėtrą. Atstovaujami nebūtinai turėtų būti vien elektronikos ir optoelektronikos gamintojų interesai, tačiau tai turėtų būti viena iš prioritetinių sričių. Toks tinklas turėtų būti kuriamas skiriant atstovus į šalis, kuriose jų šiuo metu nėra, ir skiriant papildomų darbuotojų, kurie padėtų šių atstovų ir esamų komercijos atašė darbui. Prioritetas turėtų būti teikiamas stiprinant ekonominį atstovavimą svarbiausiose šio sektoriaus šalyse (žr. uždavinį Nr. 4.5.) ir turėtų tris pagrindinius tikslus: <ul style="list-style-type: none">• aktyviai stebėti ekonominę situaciją ir atitinkamas įmones šalyse bei aktyviai ieškoti galimybių užmegzti ryšius tarp užsienio įmonių ir Lietuvos įmonių;• aktyviai remti Lietuvos įmones ieškant verslo galimybių ir partnerių užsienyje, įskaitant Lietuvos įmonių tiesioginių užsienio investicijų skatinimą;• aktyviai remti užsienio įmones, kurios ieško partnerių ar investavimo galimybių Lietuvoje.
4.7	Kurti naujas ir didinti jau vykstančių Lietuvos mokslo tarybos programų apimtį tarp Lietuvos, Latvijos, Taivano, taip pat JAV mokslininkų grupių puslaidininkų srityje. Numatyti kelias tokių projektų pakopas ir siekti pakelti projektų rezultatų technologinės parengties lygį iki priimtino verslui.

Aktyvus įsitraukimas į strategines ES vertės grandines

Būtina skatinti mokslinių tyrimų centrus bei su puslaidininkių sektoriumi susijusias įmones jungtis į ES aljansus bei BEISP projektus mikroelektronikos, procesorių ir puslaidininkinių technologijų srityse, siekiant rasti naujų partnerysčių ir investicijų į veiklų plėtrą. Šiam tikslui įgyvendinti **išskiriamos rekomendacijos**:

5.1	<p>Suformuoti ekspertų grupę, kuri diskutuotų ir priimtų sutarimą dėl naudingo ir pagrįsto Lietuvos vaidmens puslaidininkių vertės grandinėje. Tokia ekspertų grupė taip pat turėtų vadovauti ekonominių atstovų tinklui (žr. uždavinį Nr. 4.6).</p> <p>Ekspertų grupė turėtų būti sudaryti iš Ekonomikos ir Inovacijos ministerijos, Užsienio reikalų ministerijos, „Verslios Lietuvos“, „Investuok Lietuvoje“, susijusių mokslo institucijų (FTMC, VU, KTU, VGTU) padalinių bei verslo asociacijų atstovų. Esant reikalui, į ekspertų grupę taip pat galėtų dalyvauti užsienio ekspertai iš valstybių, kurių įmonės skirtinguose puslaidininkių vertės grandinės etapuose užima didžiausią vaidmenį (žr. uždavinį Nr. 4.5).</p>
5.2	<p>Tikslingai skleisti žinių ir skatinti įmones prisijungti prie susijusių ES industrinių aljansų (pvz., Alliance on processors and semiconductor technologies, European Battery Alliance, Alliance on Space Launchers ar kt.), ES programų (susiję Horizon Europe projektai, partnerystės, Europos lustų aktas ar kt.) ir kitokio pobūdžio tarptautinių konsorciūmų:</p> <ul style="list-style-type: none">• finansuoti su prisijungimu ir naryste aljansuose, partnerystėse ar kitokio pobūdžio tarptautiniuose konsorciūmuose susijusius mokesčius;• įtraukti reikalavimą būti bent vieno aljanso, partnerystės ar kitokio pobūdžio tarptautinio konsorciūmo nariu į visus susijusius kvietimus viešosiomis lėšomis finansuojamiems projektams.
5.3	<p>Parengti ir įgyvendinti Lietuvos puslaidininkių pramonės atstovų dalyvavimo ES mokslinių tyrimų ir inovacijų programoje Horizon Europe akceleravimo veiksmų planą.</p>
5.4	<p>Stiprinti Lietuvos puslaidininkių pramonės MTEPI tarptautinį atstovavimą.</p>
5.5	<p>Siekti Lietuvos įtraukimo į „European Chips Act“ ir finansavimo pritraukimo projektus Lietuvoje.</p>

PUSLAIDININKIŲ EKOSISTEMOS LIETUVOJE PLĖTROS SCENARIJAI

Pamatinių puslaidininkinių ekosistemos sričių vystymas įgyvendinant išskirtas rekomendacijas leistų Lietuvos verslams ir / ar mokslinėms institucijoms užimti reikšmingą vietą globalioje puslaidininkinių vertės grandinėje. Kaip kelios potencialią vietą nurodančios kryptys, 6 pav. pateikti ir toliau apibūdinami keturi preliminarūs Lietuvos puslaidininkinių sektoriaus plėtros scenarijai. Šie scenarijai yra indikatyvūs ir neužkerta kelio kitų proveržio kryptių kūrimui ar kelių scenarijų vystymo paraleliai:

1.Lietuva – pasaulinio lygio puslaidininkinių MTEP centras. Fundamentiniai puslaidininkinių moksliniai tyrimai yra viena iš Lietuvos stiprybių, todėl gali tapti pagrindu Lietuvai tampant pasaulyje žinomu puslaidininkinių mokslo tyrimų centru. Lietuvos mokslinių tyrimų institutai bei universitetai turi gilų įdirbį ir ekspertizę tiriant **optines puslaidininkinių savybes, optoelektroniką, taip pat puslaidininkines medžiagas, jų darinius ir apdirbimo technologijas.** Investicijos į mokslinių tyrimų infrastruktūrą, į tiksluosius mokslus orientuotos švietimo reformos, aktyvus įsitraukimas į ES programas („Europos horizonto“ projektai, ES procesorių ir puslaidininkinių aljansas, mikroelektronikos BEISP bei ES lustų aktas), glaudesnis bendradarbiavimas su Europos ir pasaulio puslaidininkinių MTEP lyderiais leistų panaudoti turimą įdirbį vystant naujas tyrimų kryptis ir pasiekiant atradimus, kurie patektų į rinką.

2.Lietuva- puslaidininkinių pramoninės įrangos tiekėja. Lietuvos lazerių sektorius, nors ir nedideliu mastu, tačiau jau dalyvauja puslaidininkinių vertės grandinėje, tiekdamas gamyboje naudojamas lazerines technologijas. **Lietuvos lazerių gamintojų technologijos gali pasiūlyti didesnę nei šiuo metu rinkoje vyraujančią tikslumą ir preciziškumą bei mažesnes kintamas sąnaudas.** Lazeriai daugiausiai potencialo turi būtent galutinėje puslaidininkinių gamybos proceso stadijoje – lustų surinkimo, pakavimo ir testavimo gamyklose. Siekiant sukcentruoti ribotus išteklius, platesnis Lietuvos lazerių sektoriaus įtraukimas į puslaidininkinių gamybai reikalingą pramoninę įrangą turėtų būtų orientuotas į specifinį subsektorių. Pasirinkimas turėtų būti pagrįstas Lietuvos lazerių pagrindu kuriamų pramoninių sistemų technologiniu novatoriškumu, ekonominiu ir rinkos potencialu, visuomenine ir politine technologijos nauda. Minimų veiklų plėtrai reikėtų išnaudoti dvišalį ir daugiašalį ekonominį bendradarbiavimą skatinant partnerystes tarp Lietuvos lazerių įmonių ir pramoninės įrangos tiekėjų Europoje ir pasaulyje ir puslaidininkinių vertės grandinėje veikiančių IDM ar OSAT gamintojų.

3.Lietuva – puslaidininkinių gamintoja. Lietuvoje galėtų būti vykdoma puslaidininkinių gamyba, renkantis iš kelių alternatyvų – statant *front-end* gamyklą, surinkimo, pakavimo ir testavimo gamyklą ar abi. **Front-end puslaidininkinių, t.y.** moderniausios nanometrų technologijos lustų gamyba, pasižymi didele konkurencija ir reikalauja itin didelių investicijų tiek kūrimui, tiek pramoninės sistemos išlaikymui ir atnaujinimui. Tokio masto valstybės investicijas reikėtų orientuoti ne į vidaus rinką, tačiau taikyti į viso pasaulio, ar bent Europos rinkas ir vykdyti užsakomąją puslaidininkinių gamybą. **Surinkimo, pakavimo ir testavimo gamyklai** investicijos būtų kiek mažesnės ir šiuo atžvilgiu būtų galima svarstyti apie Lietuvos lazerių bei pramoninių sistemų gamintojų įtraukimą, plačiau aprašytą antrame scenarijuje. Visgi, šioje gamybos grandinės dalyje taip pat yra rizikų. Nėra iki galo aišku, kokią pridėtinę vertę tokia gamykla sukurtų Lietuvai ir kiek ji būtų konkurencinga šiuo metu veikiančioms OSAT tipo gamykloms Azijos valstybėse, kur darbo jėgos pasiūla yra didelė bei neretai pigesnė. Kitas variantas galėtų būti orientacija ne į moderniausiu technologiniu puslaidininkinių gamybos procesu paremtą lustų gamybą, tačiau į **ankstesnės nanometrų technologijos puslaidininkinius (pvz., 40 nm ar 130 nm 200 mm puslaidininkines plokšteles (angl.wafers)), analoginius IG, analoginius-skaitmeninius, skaitmeninius-analoginius keitiklius, puslaidininkinę optoelektroniką, jutiklius ar kitus diskrečius puslaidininkinius įtaisus,** kurie atspindi ES valstybių puslaidininkinių sektoriaus stiprybes ir yra glaudžiai susieti su Europos pramone ir strateginėmis vertės grandinėmis

4. Fabless puslaidininkių gamybos modelio kūrimas Lietuvoje. Kita alternatyva puslaidininkių gamybai Lietuvoje yra fabless tipo gamybos modelis, kuris suteikia galimybę pasigaminti savo projektuotus puslaidininkius jau veikiančiose front-end ir back-end gamyklose. Pažymima, jog užsimezgantys glaudesni dvišaliai ekonominiai santykiai puslaidininkių sektoriuje su sektoriaus lyderiais trumpuoju ir vidutiniu laikotarpiu gali būti ypač naudingi būtent projektavimo srityje (pavyzdžiui, mokantis VSLI lustų projektavimo). **Puslaidininkių projektavimo kompetencija leistų galvoti apie potencialų fabless gamybos tipo modelį.** Visgi, kaip ir kiti gamybos modeliai, puslaidininkių projektavimas ir gaminimas užsakomosiose gamyklose turi rizikų. **Tarp pagrindinių rizikų yra ekonominis potencialas, nes fabless sektorius pasižymi didele konkurencija.** Taip pat **Lietuvos švietimo sistema ir MTEP infrastruktūra,** kuriai atsirastų kur kas didesnis STEM pakraipos specialistų poreikis, o paraleliai prireiktų stiprinti universitetus, mokslinius institutus bei verslus, užsiimančius mikroelektronikos ir puslaidininkių MTEP. Šios investicijos turėtų būti derinamos su suinteresuotų įmonių, universitetų specialistų ir studentų puslaidininkių projektavimo kompetencijų stiprinimu, siunčiant juos į daugiausiai patirties sukaupusias įmones JAV, Taivane ir Jungtinėje Karalystėje bei jungiantis į ES projektus ir iniciatyvas.

Kiekvienas iš minėtų scenarijų yra detalizuotas pilnoje MITA Tvarios ekonomikos ir analitikos centro studijoje „Lietuvos puslaidininkių sektoriaus strateginė apžvalga“. **Ją galima pasiekti čia.**

Pateiktas scenarijų sąrašas nėra baigtinis ir gali būti plečiamas. Yra įvairių sričių, kurioms būtų galima rasti papildomą vietą puslaidininkių vertės grandinėje, pavyzdžiui, silicio gryninimas iš kvarcinio smėlio. Taip pat galimos ir siektinos atskirų dalių kombinacijos – į vienokio ar kitokio pobūdžio puslaidininkių gamybą galėtų būti įtraukiamos Lietuvoje gaminamos pramoninės sistemos, o paraleliai derinamos iniciatyvos į puslaidininkių srities MTEP. **Pateikti skirtingi scenarijai yra indikatyvūs ir veikia kaip atspirties taškas platesnei diskusijai.** Į platesnį diskursą turėtų būti įtraukti su puslaidininkių tematika susiję ir/ar atitinkamus planus bevystantys elektronikos, optinių įtaisų gamintojai. Išsigrūninus prioritetus, šie turėtų būti atspindėti ilgalaikiuose valstybės strateginiuose prioritetuose. Vienu ar kitu atveju pabrėžiama, kad **visos alternatyvos puslaidininkių sektoriaus plėtrai Lietuvoje yra susijusios su puslaidininkių ekosistemos pamato formavimu ir stiprinimu.** Tai yra atspirties taškas siekiant proveržio ir norint užimti reikšmingą poziciją globalioje puslaidininkių vertės grandinėje.



SmartInotech
pramonei



Kuriame
Lietuvos ateitį
2014–2020 metų
Europos Sąjungos
fondų investicijų
veiksmų programa