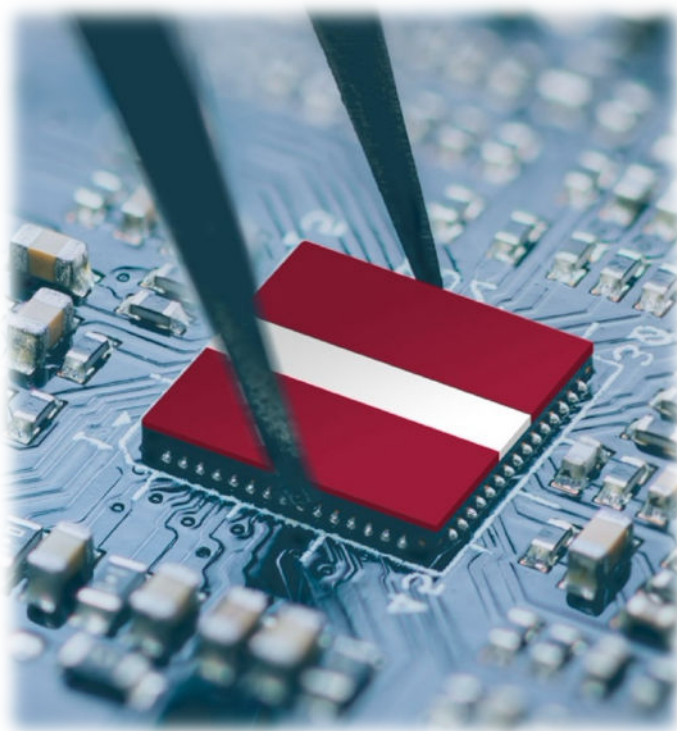


PĒTĪJUMA “PUSVADĪTĀJU TEHNOLOĢIJU UN LIETOJUMU JOMAS ATTĪSTĪBA” GALA ZIŅOJUMS



Iepirkuma identifikācijas Nr. LIAA 2023/55 ERAF

Anotācija Pētījumam: *Pusvadītāju tehnoloģiju un lietojumu jomas attīstība*

Pētījuma mērķis, uzdevumi un galvenie rezultāti latviešu valodā (brīvā tekstā, aptuveni 150 vārdu)	Pētījuma mērķis ir veikt Pusvadītāju tehnoloģiju un lietojumu jomas esošās situācijas analīzi Baltijas reģionā un izpētīt pusvadītāju nozares globālās tendences. Pētījuma uzdevumi: 1) Baltijas pētniecības infrastruktūras un intelektuālā potenciāla novērtējums un ieteikumu izstrāde; 2) Latvijas pusvadītāju vērtību ķēdi pārstāvošo uzņēmumu izpēte; 3) Baltijas valstu pusvadītāju inovāciju un jaunuzņēmumu sasniegumi un perspektīvas; 4) Pasaules vadošo izglītības iestāžu un pētniecības institūtu pusvadītāju jomās identificēšana; 5) Pasaules vadošo uzņēmumu identificēšana (katrā no pusvadītāju vērtību ķēdes posmiem); 6) Pusvadītāju vērtību ķēdes globālo tendenču novērtējums; 7) Latvijas stipro un vājo pušu identificēšana, sniedzot priekšlikumus par pusvadītāju vērtību ķēdes posmu potenciāla attīstību; 8) Detalizētas stratēģijas un rīcības plāna izstrāde pusvadītāju nozares attīstībai; 9) Latvijas ekonomisko un konkurētspējas ieguvumu prognozēšana; 10) Finanšu modeļa, finansējuma avotu izstrāde un atbalsta instrumentu identificēšana, izstrāde un pamatojums. Pētījuma rezultātā par Baltijas reģiona nākotnes stratēģiju pusvadītāju nozarē izceļas vajadzība veidot ciešu sadarbību starp uzņēmumiem un izglītības iestādēm, definējot skaidras nišas un specializācijas, piesaistot finanšu resursus, un sekmējot inovācijas un kvalificēta darbaspēka pieejamību. Kopumā, Latvijas stiprās puses pusvadītāju vērtību ķēdē esot galvenokārt sarežģītu galaproduktu ražošana, piemēram, tīkla maršrutētāji. Šādiem produktiem ir nepieciešamas augstākās klases intelektuālās spējas, kas ir pamatā tam, ka Latvija var izaudzēt inženiertehniskos talantus augsto tehnoloģiju mikroelektronisko sistēmu izstrādājumiem. Papildus, Latvijas izglītības iestāžu stiprās puses pusvadītāju vērtību ķēdē ir fundamentālā materiālzinātne, uzlabotas optoelektroniskās testēšanas iespējas.
Galvenās pētījuma tēmas	Primārais pētījums – Esošās situācijas analīze Baltijas reģionā. Sekundārais pētījums – Pusvadītāju nozares globālās tendences. Trešā daļa – Latvijas pusvadītāju nozares stratēģijas izstrāde.
Pētījuma pasūtītājs	Latvijas Investīciju un attīstības aģentūra
Pētījuma īstenotājs	Rīgas Tehniskā universitāte, Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts
Pētījuma īstenošanas gads	2023.gads
Pētījuma finansēšanas summa un finansēšanas avots	110 500,83 EUR t.sk. PVN Eiropas Reģionālās attīstības fonda projekta programma "Izaugsme un nodarbinātība" 1.2.2. specifiskā atbalsta mērķa "Veicināt inovāciju ieviešanu komersantos" 1.2.2.2. pasākuma "Inovāciju motivācijas programma" (projekta identifikācijas numurs 1.2.2.2/16/I/001) līdzekļiem.
Pētījuma klasifikācija*	79310000-0 (Tirgus izpētes pakalpojumi) un 73000000-2 (Pētniecības un izstrādes pakalpojumi un saistītie konsultāciju pakalpojumi).
Pētījuma ģeogrāfiskais aptvērumš (visa Latvija vai noteikts reģions/novads)	Latvija, pastarpināti Baltijas reģions, sekundārā pētījuma izpildei visa pasaule (globālo vērtības ķēžu izpēte)

Pētījuma mērķa grupa/-as (piemēram, Latvijas iedzīvotāji darbspējas vecumā)	Pusvadītāju vērtību ķēdi pārstāvošie uzņēmumi, augstākās izglītības iestādes, pētniecības institūti un iestādes, valdība, tai pakārtotās iestādes.
Pētījumā izmantotās metodes atbilstoši informācijas ieguves veidam:	
1) tiesību aktu vai politikas plānošanas dokumentu analīze	Satura analīze, lai identificētu galvenās tēmas, argumentus un politikas virzienus
2) statistikas datu analīze	Deskriptīvā statistika, lai apkopotu datus, diskontētās naudas plūsmas analīze
3) esošo pētījumu datu sekundārā analīze	Meta analīze, lai apkopotu un salīdzinātu dažādu pētījumu rezultātus
4) padziļināto/ekspertu interviju veikšana un analīze	Kvalitatīvā kontentanalīze
5) fokusa grupu diskusiju veikšana un analīze	Kvalitatīvā kontentanalīze
6) gadījumu izpēte	Sistēmisku analīze konkrētam gadījumam, dokumentu analīze, satura analīze
7) kvantitatīvās aptaujas veikšana un datu analīze	-
8) citas metodes (norādīt, kādas)	Portera piecu spēku analīze, SVID analīzes metode
Kvantitatīvās pētījuma metodes (ja attiecināms):	Kvalitatīvā kontentanalīze, satura analīze, meta analīze
1) aptaujas izlases metode	Tika aptaujāti visi identificēto Baltijas augstskolu pārstāvji, kuru iestādes veic pētniecību/izglītošanu ar pusvadītāju nozari saistītās tēmās
2) aptaujāto/anketēto respondentu/vienību skaits	13
Kvalitatīvās pētījuma metodes (ja attiecināms):	Deskriptīvā statistika
1) padziļināto/ekspertu interviju skaits (ja attiecināms)	14
2) fokusa grupu diskusiju skaits (ja attiecināms)	1
Izmantotās analīzes grupas (griezumi)	-
Pētījuma pasūtītāja kontaktinformācija	Svetlana Lampiga svetlana.lampiga@liaa.gov.lv Sofija Grīnvalde sofija.grinvalde@liaa.gov.lv
Pētījuma autori** (autortiesību subjekti)	Oskars Ozoliņš Oskars.Ozolins@rtu.lv Aivars Vembris aivars.vembris@cfi.lu.lv Lauris Dimitročenko lauris.dimitrocenko@cfi.lu.lv Aleksandrs Mariņš Aleksandrs.Marinins@rtu.lv Reinis Budriķis Reinis.Budrikis@rtu.lv Gundars Kokins gundars.kokins_1@rtu.lv Alfs Raudis alfs@cfi.lu.lv Artūrs Bundulis arturs.bundulis@cfi.lu.lv Ģirts Ozoliņš girts.ozolins@cfi.lu.lv Anete Bērziņa Anete.Berzina@cfi.lu.lv

Annotation for study: *"Developments in semiconductor technologies and applications"*

Objectives, tasks, and main results of the study in Latvian (free text, approximately 150 words)	The aim of the study is to analyse the current situation of the Semiconductor Technology and Applications sector in the Baltic region and to investigate global trends in the semiconductor industry. Objectives of the study: 1) Assessment of the Baltic research infrastructure and intellectual potential and development of recommendations; 2) Study of Latvian companies in the semiconductor value chain; 3) Achievements and perspectives of semiconductor innovation and start-ups in the Baltic States; 4) Identification of the world's leading educational institutions and research institutes in semiconductors; 5) Identification of the world's leading companies (at each stage of the semiconductor value chain); 6) Assessment of global trends in the semiconductor value chain; 7) Identification of Latvia's strengths and weaknesses, with proposals for developing the potential of the semiconductor value chain links; 8) Developing a detailed strategy and action plan for the development of the semiconductor industry; 9) Forecasting the economic and competitiveness benefits for Latvia; 10) Identification, development and justification of a financial model, sources of funding and support instruments. The study highlights the need for close cooperation between companies and educational institutions, defining clear niches and specialisations, attracting financial resources, and fostering innovation and access to skilled labour as the Baltic region's future strategy for the semiconductor industry. Overall, Latvia's strengths in the semiconductor value chain are mainly in the production of complex end-products, such as network routers. Such products require high-end intellectual capabilities, which is the basis for Latvia's ability to nurture engineering talent for high-tech microelectronic systems. In addition, fundamental materials science, advanced optoelectronic testing capabilities are strengths of Latvian educational institutions in the semiconductor value chain.
Main research theme (topics)	Primary research – Analysis of the current situation in the Baltic region. Secondary study – Global trends in the semiconductor industry Part Three – Developing a strategy for the Latvian semiconductor industry.
Study commissioner	Investment and Development Agency of Latvia
Implementer of the study	Riga Technical University, Institute of Solid State Physics, University of Latvia
Year of implementation	2023.
Amount and source of funding	110 500,83 EUR incl. VAT European Regional Development Fund project programme "Growth and Employment" 1.2.2. specific support objective "To promote innovation in enterprises" 1.2.2.2.2. measure "Innovation motivation programme" (project identification number 1.2.2.2/16/I/001).

Classification of the study*	79310000-0 (Market research services) and 73000000-2 (Research and development services and related consultancy services). 9
Geographical coverage of the study	Latvia, indirectly the Baltic region, for the execution of the secondary study the whole world (global value chains research)
Target group(s) of the study	Semiconductor value chain companies, higher education institutions, research institutes and institutions, government, its subordinate institutions.
Methods used in the study according to the type of information extraction:	
1) analysis of legislation or policy planning documents	Content analysis to identify key themes, arguments and policies
2) analysis of statistical data	Descriptive statistics to summarise data, discounted cash flow analysis
3) secondary analysis of existing research data	Meta-analysis to summarise and compare the results of different studies
4) conducting and analysing in-depth/expert interviews	Qualitative contingency analysis
5) conducting and analysing focus group discussions	Qualitative contingency analysis
6) case studies	Systematic case study analysis, document analysis, content analysis
7) quantitative survey and data analysis	-
8) other methods (specify which)	Porter's five forces analysis, SWOT analysis method
Quantitative research methods (if applicable):	Qualitative contingency analysis, content analysis, meta-analysis
1) Sample survey method	All representatives of the identified Baltic universities whose institutions conduct research/education on topics related to the semiconductor industry were interviewed
2) Number of respondents/units interviewed/surveyed	13
Qualitative research methods (if applicable):	Descriptive statistics
1) number of in-depth/expert interviews (if applicable)	14
2) Number of focus group discussions (if applicable)	1
Analysis groups used	-
Contact details of the study commissioner	Svetlana Lampiga svetlana.lampiga@liaa.gov.lv Sofija Grīnvalde sofija.grinvalde@liaa.gov.lv
Authors of the study** (copyright holders)	Oskars Ozoliņš Oskars.Ozolins@rtu.lv Aivars Vembris aivars.vembris@cfi.lu.lv Lauris Dimitročenko lauris.dimitrocenko@cfi.lu.lv Aleksandrs Mariņins Aleksandrs.Marinins@rtu.lv Reinis Budriķis Reinis.Budrikis@rtu.lv

	Gundars Kokins gundars.kokins_1@rtu.lv Alfs Raudis alfs@cfi.lu.lv Artūrs Bundulis arturs.bundulis@cfi.lu.lv Ģirts Ozoliņš girts.ozolins@cfi.lu.lv Anete Bērziņa Anete.Berzina@cfi.lu.lv
--	---

Satura rādītājs

ANOTĀCIJA PĒTĪJUMAM: PUSVADĪTĀJU TEHNOLOĢIJU UN LIETOJUMU JOMAS ATTĪSTĪBA	2
ANNOTATION FOR STUDY: "DEVELOPMENTS IN SEMICONDUCTOR TECHNOLOGIES AND APPLICATIONS"	4
SATURA RĀDĪTĀJS	7
1. ESOŠĀS SITUĀCIJAS ANALĪZE BALTIJAS REĢIONĀ (PRIMĀRAIS PĒTĪJUMS).....	9
1.1. PĒTNIECĪBAS, IZGLĪTĪBAS, INFRASTRUKTŪRAS UN INTELEKTUĀLĀ POTENCIĀLA NOVĒRTĒJUMS	10
1.1.1. Baltijas valstu augstskolas ar pētījumiem pusvadītāju jomā	10
1.1.2. Baltijas valstu augstskolu esošo studiju programmu vērtējumu.....	11
1.1.3. Baltijas valstu augstskolu pētniecības kapacitātes novērtējums	18
1.1.4. Baltijas valstu pusvadītāju jomas iekārtu uzskaitē un atbilstība mūsdienu vajadzībām.....	23
1.1.5. Baltijas valstu augstskolu esošās kapacitātes kopsavilkums	37
1.2. LATVIJAS PUSVADĪTĀJU VĒRTĪBU ĶĒDI PĀRSTĀVOŠO UZŅĒMUMU IZPĒTE	39
1.3. BALTIJAS PUSVADĪTĀJU VĒRTĪBU ĶĒDI PĀRSTĀVOŠO INOVĀCIJU & JAUNUZŅĒMUMU IZPĒTE.....	43
1.3.1. Lietuvas un Igaunijas pusvadītāju jaunuzņēmumu un inovāciju galvenās problēmas un izaicinājumi:	54
1.4. KOPSAVILKUMS UN APKOPOJUMS: LATVIJAS PUSVADĪTĀJU NOZARES NOVĒRTĒJUMS	56
2. PUSVADĪTĀJU NOZARES GLOBĀLĀS TENDENCES (SEKUNDĀRAIS PĒTĪJUMS).....	59
2.1. PUSVADĪTĀJU VĒRTĪBU ĶĒDES GLOBĀLO TENDENČU APKOPOJUMA ANALĪZE	59
2.1.1. Posms 1. Materiāli.	61
2.1.2. Posms 2. Kapitāla iekārtas.	63
2.1.3. Posms 3. Intelektuālais īpašums un elektroniskā dizaina automatizācijas programmatūra.	64
2.1.4. Posms 4. Dizains.	65
2.1.5. Posms 5. Pamatņu apstrādes ražotne.	67
2.1.6. Posms 6. "Back-end" jeb pakārtotie procesi.	69
2.1.7. Posmi 7-9. Gala produkti.....	70
2.2. PASAULES VADOŠO IZGLĪTĪBAS/PĒTNIECĪBAS INSTITŪTU IDENTIFICĒŠANA	71
2.3. PASAULES VADOŠO UZŅĒMUMU IDENTIFICĒŠANA	78
2.3.1. Gadījumu izpēte: pusvadītāju pasaules pieredze	83
3. DETALIZĒTAS STRATĒGIJAS UN RĪCĪBAS PLĀNA IZSTRĀDE	91
3.1. LATVIJAS UN GLOBĀLĀS PUSVADĪTĀJU VĒRTĪBU ĶĒDES SALĪDZINĀŠANA.....	91
3.1.1. M. Portera "Piecu konkurences spēku" metodes pielietojums.....	91
3.2. DETALIZĒTAS STRATĒGIJAS UN RĪCĪBAS PLĀNA IZSTRĀDE.....	95
3.2.1. Augstskolu interviju rezultāti: Baltijas attīstības virzieni.....	95
3.2.2. Uzņēmumu interviju rezultāti: Baltijas attīstības virzieni.....	98
3.2.3. Nākotnes stratēģija un attīstības plāns	103
3.3. LATVIJAS EKONOMISKOS UN KONKURĒTSPĒJAS IEGUVUMU PROGNOZES	106
3.3.1. Ieņēmumi no ieturētā IIN un VSAOI jaunu darba vietu izveides rezultātā	107
3.3.2. Ieguvumi no PVN, IIN un VSAOI ieņēmumiem ekonomiskās izaugsmes izpētes un attīstības ieguldījumu un būvniecības pieauguma rezultātā.....	108
3.3.3. Ieguvumi no PVN, IIN un VSAOI nodokļu ieņēmumiem no apmācīto studentu nodarbinātības sektorā	109
3.3.4. Ieguvumi no ārējo tiešo investīciju piesaistes un to ietekmes uz IKP un nodokļu ieņēmumiem.	110
3.3.5. Kvalitatīvie sociālekonomiskie ieguvumi / zaudējumi.....	111
3.3.6. ENPV un ERR aprēķins	112
3.4. FINANŠU MODEĻA UN FINANŠĒJUMA AVOTU IZSTRĀDE	112
3.4.1. Finanšu analīzes veikšanā izmantotie principi	112
3.4.2. Nekustamā īpašuma attīstīšana	113
3.4.3. Testēšanas, dizaina, iepakojšanas un prototipēšanas laboratorijas finanšu analīze.....	114
3.4.4. Polimēru fotonikas pusvadītāju ražošanas pilotlīnijas finanšu analīze	115
3.5. ATTĪSTĪBAI NEPIECIEŠAMO ATBALSTA INSTRUMENTU IZMAKSU PRIEKŠLIKUMU IZSTRĀDE	117
3.5.1. Valsts, reģionu (NUTS 2 līmenis) atbalsta instrumentu salīdzinājums.	118

3.5.2.	<i>Valsts, reģionu labo prakšu salīdzinājums.</i>	118
3.5.3.	<i>Pusvadītāju jomas attīstībai nepieciešamo atbalsta instrumentu izmaksu pamatoti priekšlikumi.</i>	122
3.5.4.	<i>Fokusgrupas diskusija</i>	131
3.6.	SECINĀJUMI UN PRIEKŠLIKUMI (PAR VISU PĒTĪJUMU)	134
4.	PĒTĪJUMA PIELIKUMI	137
	<i>Pielikums Nr. 1: Akadēmisko iestāžu aptauja</i>	137
	<i>Pielikums Nr. 2: Augstskolu un pētniecības iestāžu interviju skripts</i>	142
	<i>Pielikums Nr. 3: Uzņēmumu interviju skripts</i>	146
	<i>Pielikums Nr. 4: Kapitāla naudas plūsmas aprēķini</i>	150
	<i>Pielikums Nr. 5: Diskontētā kapitāla naudas plūsma</i>	151
	<i>Pielikums Nr. 6: Sociālekonomiska analīze</i>	152
	<i>Pielikums Nr. 7: Diskontētā analīze sociālekonomiskajiem ieguvumiem</i>	153
	<i>Pielikums Nr. 8: ES fondu apskats</i>	154
	<i>Pielikums Nr. 9: Fokusa grupas jautājumu un komentāru kopsavilkums</i>	164

1. Esošās situācijas analīze Baltijas reģionā (Primārais pētījums)

Vērtību ķēžu analīze ir svarīgs instruments, kas šodien tiek plaši izmantots Eiropas Komisijas un OECD ietvaros ekonomikas analīzē un plānošanā. Vērtību ķēde aptver visu aktivitāšu kopumu, kas nepieciešamas, lai no produkta koncepta izveidotu galaproduktu un saistītos pakalpojumus. Sākotnēji šī analīze bija biznesa skolas disciplīna, kas palīdzēja uzņēmumu vadītājiem pieņemt labākus lēmumus, sistematizējot operācijas un saprotot, kuras aktivitātes ir svarīgākās.

Globalizācijas un specializācijas laikmetā starptautiskas vērtību ķēdes ir kļuvušas par produktu ražošanas procesu, kurā iesaistīti uzņēmumi dažādās valstīs, un šīs ķēdes ir zināšanu ietilpīgākas un sarežģītākas nekā jebkad agrāk. Valdību lēmumi, likumi, un tarifi ietekmē, kur un kā notiek konkrēta produkta radīšanas procesu posmi, un tādēļ ir svarīgi izprast un analizēt šīs kompleksās un globālās ķēdes.

Vērtību ķēžu analīze palīdz valdībām saprast ekonomiku un veidot politiku, kas netraucē, bet gan atbalsta uzņēmumu darbību un izaugsmi. Uzņēmumi, kas iesaistās kompleksās un globālās vērtību ķēdēs, var sasniegt ievērojamu algu un ražīguma pieaugumu, kas atspoguļo zināšanu un prasmju apmaiņu.

McKinsey pētījumā par pusvadītāju nozares vērtību ķēdēm ir piedāvāti deviņi posmi [Strategies to lead in the semiconductor world. Avots: <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/strategies-to-lead-in-the-semiconductor-world>], kas apraksta šīs ķēdes no materiālu sagādes, līdz mikroshēmu dizainam un līdz galaprodukta izstrādei (skat. 1.1. tabulu)

Šie soļi ir svarīgi, lai saprastu pusvadītāju industrijas sarežģītību un tās ietekmi uz globālo ekonomiku.

Tabula 1.1 Pusvadītāju vērtību ķēde (McKinsey)

Elektronikas vērtību ķēde								
Plašākā pusvadītāju vērtību ķēde			Šaurā pusvadītāju vērtību ķēde					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Materials	Capital equipment	IP & EDA	Design	Wafer foundry	Back end	End product	PCB (Printed Circuit Board)	End product
Materiāli	Kapitāla iekārtas	Intelektuālais īpašums un elektroniskā dizaina automatizācija	Dizains	Pamatņu apstrādes ražotne	“Back-end”, jeb pakārtotie procesi	Gala produkts	Iespiedplates	Gala produkts
Izmantojami izejmateriāli un ķīmiskās vielas pusvadītāju izgatavošanai	Specializētas iekārtas, kas nepieciešamas pusvadītāju ražošanas procesā	Patenti, tehnoloģijas licencēšana un dizaina rīki, kas nepieciešami mikroshēmu projektēšanai	Mikroshēmu dizaina izstrāde, kas ietver shēmu izveidi un funkcionalitātes pārbaudi, verifikāciju	Pamatņu apstrāde, iekļaujot litogrāfiju, ierakstīšanu: integrēto ierīču ražotājs, vai līgum-ražošana	Iepakošana un testēšana: integrēto ierīču ražotājs (IDM) vai Ārpakalpojumi pusvadītāju montāžai un testēšanai (OSAT)	Komponenti, kuri nepieciešami ar iespiedshēmu plašu montāžai	Iespiedplašu montāža, kas nepieciešama daudzu elektronisko ierīču izgatavošanai	Pēdējais solis vērtību ķēdē, kur tiek komplektēti gala elektronikas produkti
<i>Piemēri</i>								
Silīcija pamatnes, epitaksialās pamatnes (piem. GaN), fotorezistori	Litogrāfijas rīki	Mikroprocesoru IP, bloki, EDA programmatūra, atmiņas intelektuālais īpašums	Mikroprocesoru dizains, digitālo un analoģo shēmu dizains	Mikroshēmu topoloģija uz pamatnēm ražošana	Mikroshēmu iepakojšana, gala testēšana, kvalitātes kontrole	Kondensatori, rezistori, integrālās shēmas u.c. komponentes	Mātesplates, grafiskās kartes, industriālo kontrolieru iespiedshēmu plates	Viedtālruni, klēpj datoru, autovadības moduļi, rūteri

Šeit svarīgi uzsvērt, ka papildus silīcijam, kas ir visplašāk izmantotais pusvadītāju materiāls, ir arī citi populāri materiāli ar dažādām elektroniskajām un optiskajām īpašībām,

piemēram, gallija arsenīds (GaAs), kas ir zināms ar augstu elektronu kustīgumu un tiek izmantots ātrgaitas elektronikā un optoelektronikā; gallija nitrīds (GaN) ar augstu enerģijas starojuma efektivitāti, ko izmanto zilajās un baltās LED, lāzeros un jaudas elektronikā; un cinka oksīds (ZnO), kas ir fotokatalītisks materiāls, un polimēru tehnoloģijas, kas ļauj ražot mazas, elastīgas un lētas elektroniskās ierīces, izmantojot dažādus organiskos vadītājus un pusvadītājus, piemēram, nanomateriālus un oglekļa nanocaurules, kas piedāvā plašas pielietojuma iespējas. Silīcija karbīds (SiC) ir populārs materiāls bezvadu un jaudas elektronikas tehnoloģijās. Fotonikas tehnoloģijas, kurās izmanto šos materiālus, kļūst arvien nozīmīgākas, pateicoties to spējai pārveidot gaismu enerģijā vai signālos, tādējādi atverot jaunas iespējas datu pārraidei un apstrādei.

Kapitāla iekārtas pusvadītāju ražošanā ir ļoti dārgas, un to izmantošana ietver sarežģītus ražošanas procesus. Atšķirībā no IT programmatūras dizaina, pusvadītāju mikroshēmu dizains ir saistīts ar fizikālu materiālu un elektronisko īpašību izpratni, kā arī ar kompleksu mikroelektronikas tehnikas izmantošanu. Pamatņu ražošanas un OSAT (Outsourced Semiconductor Assembly and Test) procesi ir kritiski pusvadītāju ražošanas stadijas, kur notiek mikroshēmu fiziska izgatavošana un pārbaude, kas prasa augstu precizitāti un speciālu aprīkojumu.

Turpmāk pētījumā tiks izmantota augstāk minētā posmu definīcija, lai aprakstītu, analizētu un novērtētu Latvijas (kā arī Baltijas) kapacitāti gan pētniecībā un izglītībā, gan industrijā.

1.1. Pētniecības, izglītības, infrastruktūras un intelektuālā potenciāla novērtējums

Šajā pētījuma daļā analizēta esošā zinātniskā infrastruktūra un intelektuālais potenciāls pusvadītāju jomā Baltijas valstīs gan pētniecības institūtos, gan augstskolās un novērtēts to pienesums pusvadītāju vērtību ķēdē. Identificēta trūkstošā pētniecības infrastruktūra katrā pusvadītāju vērtību ķēdes posmā.

1.1.1. Baltijas valstu augstskolas ar pētījumiem pusvadītāju jomā

Tika identificētas Baltijas valstu augstskolas, kurām ir pētījumi pusvadītāju jomā un veikts esošo studiju programmu vērtējums, iekārtu uzskaitē, kā arī identificēts inženieru un pētnieku skaits Baltijā. Lai sniegtu pilnvērtīgu pārskatu, tika iekļauti arī pētniecības institūti.

Sākotnēji, lai identificētu pētniecības, izglītības iestādes, kuras iekļaut tālākā pētījuma norisē, tika veikta interneta izpēte, zinātnisko datubāzu ("SCOPUS", "Web of Science", "arXiv.org" vai "ResearchGate", "QS World University Rankings", "Times Higher Education") izpēte.

Tabula 1.2. Baltijas valstu pētniecības/izglītības iestādes pusvadītāju nozarē

Valsts	Iestāde	Struktūrvienība	Pusvadītāju nozares pētniecības / mācību virziens
Latvija	Elektronikas un Datorzinātņu Institūts	Integrālo shēmu un sistēmu laboratorija (no 2024.g)	Jauktu analogo-digitālo mikroshēmu projektēšana
Latvija	Latvijas Universitāte	Atomfizikas un spektroskopijas institūts - Kvantu Optikas Laboratorija	Fotonika. Nodarbojas ar rezonatoru un fotonisku čipu pētīšanu
Latvija	Latvijas Universitāte	Atomfizikas un spektroskopijas institūts	Fotonika.
Latvija	Latvijas Universitāte	Skaitliskās modelēšanas institūts	Silīcija monokristālu audzēšanas procesu modelēšana.
Latvija	LU Cietvielu Fizikas institūts	Organisko materiālu laboratorija	Fotonika. Gan materiālu pētniecība, gan litogrāfija.
Latvija	LU Cietvielu Fizikas institūts	Plāno kārtiņu laboratorija	Platzonas pusvadītāju kristālisko materiālu pētniecība un

Valsts	Iestāde	Struktūrvienība	Pusvadītāju nozares pētniecības / mācību virziens
			pusvadītāju ierīču izstrāde. Caurspīdīgi vadoši pārklājumi.
Latvija	Elektronikas un datorzinātņu institūts	Diskrētās signālu apstrādes laboratorija	Čipu dizains un signālu apstrāde
Latvija	Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmija	Inženieru fakultāte	Elektronika, iespaidplates.
Latvija	Rīgas Tehniskā Universitāte	Biomedicīnas inženierzinātņu un nanotehnoloģiju institūts	Pusvadītāju materiālu un ierīču pētniecība.
Latvija	Rīgas Tehniskā Universitāte	Lietišķās ķīmijas institūts	Fotonika. Jaunu optisko organisko materiālu sintēze.
Latvija	Rīgas Tehniskā universitāte	Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultātes Tehniskās fizikas institūts	Lāzertechnoloģijas, Organiskie pusvadītāji.
Latvija	Rīgas Tehniskā universitāte	Mikroviļņu inženierijas un elektronikas institūts	Iespiedplašu (PCB) dizains un izstrāde.
Latvija	Rīgas Tehniskā Universitāte	Telekomunikāciju institūts	Fotonika, silīcija fotonika. Čipu dizains un testēšana datu pārraides sistēmās (optiskie starpsavienojumi, telekomunikācijas).
Lietuva	Kauņas Tehnoloģiju universitāte	Polimēru ķīmijas un tehnoloģijas katedra	Fotonika. Jaunu optisko organisko materiālu sintēze.
Lietuva	Viļņas Universitāte	Fizikālo un tehnoloģiju zinātņu centrs (FTMC) & Optoelektronikas nodaļa	Fotonika. Darbības ar lāzeriem un nanotehnoloģijām.
Igaunija	Tallinas Tehnoloģiju universitāte	Thomas Johann Seebeck Elektronikas katedra	Ķēžu dizains un programmēšana.
Igaunija	Tallinas Tehnoloģiju universitāte	Datorsistēmu katedra	VHDL un Verilog dizains, FPGA.
Igaunija	Tartu universitāte	Plāno kārtiņu tehnoloģijas laboratorija	Fotonika. Nodarbojas ar optisko litogrāfiju.

Pamatojoties uz informāciju par Baltijas reģiona augstskolu un pētniecības iestāžu darbības jomām pusvadītāju tehnoloģiju nozarē, var secināt, ka Baltijas valstis demonstrē pārstāvēniecību šajā jomā. Fotonika izceļas kā daudzsološa joma, kas ietver optisko elementu un fotonikas čipu pētījumus, kā arī optisko litogrāfiju. Šī joma varētu kļūt par vienu no reģiona spēcīgākajiem virzieniem, veicinot inovācijas un tehnoloģiju attīstību.

Latvijā ir vērojama nozīmīga aktivitāte pusvadītāju materiālu pētniecībā, litogrāfijā un čipu dizainā, kas liecina par potenciālu pusvadītāju tehnoloģiju jomā.

1.1.2. Baltijas valstu augstskolu esošo studiju programmu vērtējumu

Pētījumā tika veikts pārskats par identificēto Baltijas valstu augstskolu esošo studiju programmu vērtējumu, (skat. 1.3. tabulu) apkopojot šādu informāciju:

- Valsts
- Augstskolas nosaukums
- Programmas vai saistītās programmas nosaukums
- Programmas vai saistītās programmas vērtējums, norādot to pienesumu Latvijas pusvadītāju vērtību ķēdē (piemēram, studentu apmaiņa, vieslektoru piesaiste utml.).
- Programmas noslēgumā iegūstama kvalifikācija
- Studiju programmu absolventu skaits

Nepieciešamās informācijas iegūšanai tika sagatavotas elektroniskas anketas, kuras tika izsūtītas pētījuma identificētajām iestādēm/institūtiem (skat. Pielikums Nr. 1: Akadēmisko iestāžu aptauja). Papildus iegūtajai informācijai no aptaujātajiem iestāžu pārstāvjiem, tikai veikta interneta izpēte, analizējot atlasīto Baltijas valstu universitāšu un institūtu, kuri nodarbojas ar pusvadītāju nozares pētījumiem, mājas lapas, gada grāmatas un cita tiešsaistē pieejamā informācija. Mājas lapās, gadagrāmatās tika meklēta informācija par: attiecīgajām mācību programmām, to absolventu skaitu kā arī to kvalifikāciju. Papildus, tika veikta interneta izpēte, zinātnisko datubāžu ("SCOPUS", "Web of Science", "arXiv.org" vai "ResearchGate", "QS World University Rankings", "Times Higher Education") izpēte.

Tabula 1.3 Pusvadītāju nozarei noderīgu mācību programmu uzskaitē

Valsts, Augstskolas vai pētniecības iestādes nosaukums	Programmas vai saistītās programmas nosaukums	Īss programmas apraksts	Programmas vai saistītās programmas vērtējums, norādot to pienesumu pusvadītāju vērtību ķēdē	Programmas noslēgumā iegūstamā kvalifikācija	Studiju programmu absolventu skaits
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte	Doktora studiju programma "Telekomunikācijas"	Studiju programma sagatavo speciālistus fundamentālajā un lietišķajā telekomunikāciju inženierijā. Tās ietvaros ir iespēja apgūt padziļinātas zināšanas telekomunikācijās, vietējo un starptautisko tīklu pārvaldībā, kā arī gūt izpratni par nākotnes tehnoloģiskajiem risinājumiem attīstībai un ieviešanai Latvijā.	Studiju programma tiešā veidā nekoncentrējas uz pusvadītāju tehnoloģijām. Bet, studiju laikā tiek apskatīti integrētās fotonikas pamati (studiju kurss RDE718 Integrētās fotonikas pamati), optiskie savienojumi, pusvadītāju materiāli, to pielietojums fotonikā un šķiedru optiskajās sakaru sistēmās (studiju kurss RDE603 Optiskās virzošās sistēmas) un to elementos, komponentēs (studiju kurss RDE601 Virzošo sistēmu elektrodinamika)	Zinātnes doktora grāds (Ph.D.)	Vidēji 3/ gadā
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte	Maģistra studiju programma "Telekomunikācijas"	Programma sniedz akadēmisko izglītību inženierzinātņu nozares telekomunikāciju apakšnozarē atbilstoši jaunākajām tendencēm un sagatavo tālākām studijām doktorantūrā un patstāvīgai pētniecības un profesionālajai darbībai vadošajos telekomunikāciju uzņēmumos.	Studiju programma tiešā veidā nekoncentrējas uz pusvadītāju tehnoloģijām. Bet, studiju laikā, piemēram, studiju kursā RDE417 "Informācijas optiskās apstrādes fizika", tiek apskatīta viļņvadu optika un pusvadītāju materiālu galvenie parametri, pielietojums fotonikā.	Inženierzinātņu maģistra grāds telekomunikācijās (M.sc.ing.)	Vidēji 17/ gadā
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte	Viedās elektronikas sistēmas	Programma elektronikas nozarē, sagatavojot speciālistus, kas izprot nozares attīstības tendences un spēj strādāt viedo elektronisko sistēmu analīzes un izstrādes jomā.	Elektronu ierīces Analogās un ciparu mikroshēmas Citi pamatpriekšmeti.	Profesionālais bakalaura grāds elektrozinātnē / elektronikas inženieris	Vidēji 10/ gadā
Latvija, Latvijas Universitāte	Viedās elektronikas sistēmas	Sagatavo plaša profila augstas kvalifikācijas elektronikas speciālistus, kuri izprot nozares attīstības tendences pasaulē un spēj strādāt viedo elektronisko iekārtu un sistēmu pētniecības, izstrādes, uzstādīšanas, ekspluatācijas un modernizācijas jomā.	Ir ciparu sistēmas projektēšanas un FPGA kursi Ir integrālo shēmu izstrādes kursi Ir signālapstrādes kursi	Profesionālais maģistra grāds elektronikā / vadošais elektronikas inženieris	Vidēji 10/ gadā
Latvija, Latvijas Universitāte	Dabaszinātņu (fizikas, astronomijas un mehānikas)	Doktora studiju programmā piedāvā specializāciju astoņās fizikas, astronomijas vai mehānikas apakšnozarēs, gatavojot speciālistus, kas	Programma sagatavo speciālistus, kas spēj darboties tehnoloģiski attīstītos projektos, kas ir svarīgi pusvadītāju vērtību	Zinātnes doktora grāds zinātnes doktors(-e) (Ph.D.) dabaszinātnēs;	0 Jauna programma (2021.g.) -

Valsts, Augstskolas vai pētniecības iestādes nosaukums	Programmas vai saistītās programmas nosaukums	Īss programmas apraksts	Programmas vai saistītās programmas vērtējums, norādot to pienesumu pusvadītāju vērtību ķēdē	Programmas noslēgumā iegūstamā kvalifikācija	Studiju programmu absolventu skaits
	doktora studiju programma	var strādāt gan akadēmiskajā, gan rūpnieciskajā vidē.	ķēdē. Tā piedāvā starptautisku sadarbību un ERASMUS+ apmaiņas iespējas. Ietilpst McKinsey vērtību posmā 1;2;5-7.	Zinātnes doktora grāds zinātnes doktors(-e) (Ph.D.) inženierzinātnēs un tehnoloģijās	studiju ilgums 3 gadi
Latvija, Elektronikas un datorzinātņu institūts	*Kurss LU-DIP-b: “Ievads digitālajā projektēšanā”/ “Digitālo iekārtu projektēšana”	*Nav mācību programma, bet kurss.	Kursi dod studentiem digitālo shēmu projektēšanas prasmi, kuru var pielietot gan darbā ar programmējamiem loģiskiem masīviem, gan izstrādāju pielietojumspecifiskas digitālas integrāleshēmas (čipus).	Bakalaura / Maģistra grāds datorzinātnē	Vidēji 30/ gadā
Latvija, Elektronikas un datorzinātņu institūts	*Kurss REA711: “Čiparu elektronisko sistēmu projektēšanas pamati izmantojot HDL”			Bakalaura / Maģistra inženierzinātņu grāds elektronikā	Vidēji 20/ gadā
Latvija, Elektronikas un datorzinātņu institūts	*Kurss RTR710: “Signālu apstrāde heterogēnās sistēmās ar rekonfigurējamie m loģiskiem masīviem”	*Nav mācību programma, bet kurss.	Kurss dod avancētu ieskatu digitālo shēmu projektēšanā un to sadarbībā ar uz programmatūru balstītām apstrādes paradigmām, t.sk. vienčipu sistēmu kontekstā. Kurss uzlabo studentu sistēmas arhitektūras kompetenci, kas dod iespēju realizēt augstākas sarežģītības digitālas integrāleshēmas, piemēram, pielietojum- specifiskus procesorus.	Maģistra inženierzinātņu grāds elektronikā	Vidēji 10/ gadā
Lietuva, Kauņas Tehnoloģiju universitāte	Lietišķā ķīmija	Programma koncentrējas uz inovatīvu produktu un tehnoloģiju izstrādi un analīzi, apvienojot ķīmisko tehnoloģiju procesu izpratni ar ekonomiskajiem aspektiem.	Programma sniedz nozīmīgu ieguldījumu pusvadītāju vērtību ķēdē, attīstot inovatīvus funkcionālus, hibrīdus, kompozītus un nanomateriālus, kas ir svarīgi pusvadītāju ražošanai. Ietilpst McKinsey vērtību posmā 4-6.	Fizikas zinātņu bakalaura grāds	Vidēji 15/ gadā
Lietuva, Kauņas Tehnoloģiju universitāte	Rūpnieciskā biotehnoloģija	Programma apvieno zināšanas vairākās zinātnes un rūpniecības jomās, tostarp bioproduktu ražošanā, bioloģiski aktīvu savienojumu sintēzē un bioprocusu inženierijā.	Absolventi var izstrādāt biotehnoloģijas metodes, kas ir būtiskas pusvadītāju vērtību ķēdei, jo īpaši enerģijas un materiālu ražošanā. Ietilpst McKinsey vērtību posmā 5-7.	Tehnoloģisko zinātņu bakalaura grāds	Vidēji 16/ gadā
Lietuva, Kauņas Tehnoloģiju universitāte	Ķīmijas tehnoloģijas un inženierzinātnes	Bakalaura programma Ķīmiskās Tehnoloģijas un Inženierija apvieno teorētiskās zināšanas ar tehnoloģiskām prasmēm, piedāvājot specializācijas neorganisko un organisko materiālu tehnoloģijā.	Programma veicina jaunu industriālo inovāciju radīšanu, dizainu un tehnoloģisko sistēmu pārvaldību, kas ir svarīgi pusvadītāju ražošanai. Ietilpst McKinsey vērtību posmā 4-6.	Inženierzinātņu bakalaura grāds	Vidēji 5/ gadā
Lietuva, Kauņas Tehnoloģiju universitāte	Lietišķā ķīmija	Programma koncentrējas uz inovatīvu produktu un tehnoloģiju izstrādi un analīzi, apvienojot ķīmisko tehnoloģiju procesu izpratni ar ekonomiskajiem aspektiem.	Programma sniedz nozīmīgu ieguldījumu pusvadītāju vērtību ķēdē, attīstot inovatīvus funkcionālus, hibrīdus, kompozītus un nanomateriālus, kas ir svarīgi pusvadītāju	Fizikas zinātņu maģistra grāds	Vidēji 20/ gadā*

Valsts, Augstskolas vai pētniecības iestādes nosaukums	Programmas vai saistītās programmas nosaukums	Īss programmas apraksts	Programmas vai saistītās programmas vērtējums, norādot to pienesumu pusvadītāju vērtību ķēdē	Programmas noslēgumā iegūstamā kvalifikācija	Studiju programmu absolventu skaits
			ražošanai. Ietilpst McKinsey vērtību posmā 4-6.		
Lietuva, Kauņas Tehnoloģiju universitāte	Rūpnieciskā biotehnoloģija	Programma apvieno zināšanas vairākās zinātnes un rūpniecības jomās, tostarp bioproduktu ražošanā, bioloģiski aktīvu savienojumu sintēzē un bioprocusu inženierijā.	Absolventi var izstrādāt biotehnoloģijas metodes, kas ir būtiskas pusvadītāju vērtību ķēdei, jo īpaši enerģijas un materiālu ražošanā. Ietilpst McKinsey vērtību posmā 5-7.	Tehnoloģisko zinātņu maģistra grāds	Vidēji 20/ gadā*
Lietuva, Kauņas Tehnoloģiju universitāte	Ķīmijas inženierzinātnes	Mācību plāns ir izstrādāts sadarbībā ar lielākajiem ķīmijas uzņēmumiem Lietuvā, tiek iegūtas zināšanas un prasmes par produktu dizainu un procesiem, kā arī tehnoloģisko sistēmu vadību. Nodrošina padziļinātu izpratni par ķīmiskās tehnoloģijas procesiem un iekārtām.	Šīs programmas absolventiem ir prasmes un zināšanas, lai sniegtu ieguldījumu izejvielu apstrādes un ražošanas posmos, kur ķīmiskajiem procesiem un materiālzinātnei ir izšķiroša nozīme. Ietilpst McKinsey vērtību posmā 4-6.	Inženierzinātņu maģistra grāds	Vidēji 20/ gadā*
Lietuva, Kauņas Tehnoloģiju universitāte	Fizika	Tiek gūtas pamatzināšanas fizikā, ir pieejami vairāki izvēles kursi, kuros apgūst plānu kārtību pagatavošanu, strukturēšanu, raksturošanu. Programma koncentrējas uz materiālu īpašību uzlabošanu, iedziļinoties fundamentālajā un pielietotajā fizikā, materiālu struktūras izpētē, to uzlabošanas un sintēzes metodēs.	Programma piedāvā nozīmīgu ieguldījumu pusvadītāju vērtību ķēdē, jo īpaši ar mikro- un nanotehnoloģijām, kas ir svarīgas pusvadītāju materiālu attīstībā. Tā piedāvā starptautisku sadarbību un prakses iespējas, veicinot jaunu materiālu izstrādi un lietošanu. Ietilpst McKinsey vērtību posmā 6-8.	Dabaszinātņu bakalaura grāds fizikā	Vidēji 22/ gadā*
Lietuva, Viļņas Universitāte	Gaismas inženierzinātnes ¹	Gaismas inženierijas studiju programma nodrošina pamatzināšanas fizikā, ķīmijā un matemātikā, kā arī piemērotu izpratni par materiālu sintēzi un raksturošanu, lāzeru, fotovoltisko un gaismu izstarojošo ierīču darbības principiem	Programma sagatavo speciālistus strādāt ar lāzeriem, lāzeru tehnoloģijām, modernajām apgaismojuma, fotovoltisko, fotonikas un pusvadītāju nozarēm. Ietilpst McKinsey vērtību posmā 7-9, veicinot prasmes, kas nepieciešamas pusvadītāju ražošanā.	Tehnoloģiju zinātņu bakalaura grāds	Vidēji 53 bakalaura studiju programmu studentu/ gadā*
Lietuva, Viļņas Universitāte	Nanomateriālu ķīmija ²	Nanomateriāli ir aizvien svarīgāks nanotehnoloģiju produkts, ko izmanto veselības aprūpē, elektronikā, kosmētikā un citās jomās. Studenti iegūst dziļas zināšanas par jauniem nanomateriāliem, to sintēzi, struktūru un pielietojumu.	Programma sagatavo speciālistus darbam ķīmiskajās laboratorijās, pētniecības iestādēs vai komercstruktūrās, kas nodarbojas ar augstām tehnoloģijām. Ietilpst McKinsey vērtību posmā 6-8, atbalstot nanomateriālu izmantošanu pusvadītāju ražošanā.	Fizikas zinātņu maģistra grāds	Vidēji 15 maģistra studiju programmu studentu/ gadā*
Lietuva, Viļņas Universitāte	Elektronikas un telekomunikāciju tehnoloģijas ³	Kursi saistībā ar nanoelektroniku, opto- elektroniskām ierīcēm telekomunikācijās.	Programma ir nozīmīga posmos 7-9 McKinsey vērtību ķēdē, nodrošinot izglītību, kas nepieciešama,	Inženierzinātņu maģistra grāds	Vidēji 15 maģistra studiju programmu

Valsts, Augstskolas vai pētniecības iestādes nosaukums	Programmas vai saistītās programmas nosaukums	Īss programmas apraksts	Programmas vai saistītās programmas vērtējums, norādot to pienesumu pusvadītāju vērtību ķēdē	Programmas noslēgumā iegūstamā kvalifikācija	Studiju programmu absolventu skaits
		Programma apvieno zināšanas par nanoelektroniku, optoelektroniskām ierīcēm un telekomunikācijām, gatavojot speciālistus darbam šajās augsto tehnoloģiju nozarēs.	lai strādātu modernās elektronikas un telekomunikāciju jomās, sekmējot pusvadītāju ražošanu un attīstību.		studentu/ gadā*
Lietuva, Viļņas Universitāte	Dzīves un ķīmiskā fizika ⁴	Kursi: optiskie biosensori, Biosistēmu fotofizika un tehnoloģijas, Digitālā optika un attēlveidošana, Biofotonika. Programma piedāvā izglītību, kas apvieno fizikas, ķīmijas un dabas zinātņu zināšanas, uzlabojot izpratni par materiāliem, to īpašībām un lietojumiem.	Programma ir vērsta uz studentiem, kuri vēlas iegūt padziļinātas zināšanas pusvadītāju fotonikā un nanotehnoloģijās, ietverot McKinsey vērtību ķēdes posmus 6-8, sniedzot apmācību fizikas, materiālu izstrādes un raksturošanas tehnikās	Fizikas zinātņu maģistra grāds	Vidēji 15 maģistra studiju programmu studentu/ gadā*
Lietuva, Viļņas Universitāte	Fotonika un nanotehnoloģijas ⁵	Šī programma ir domāta studentiem, kuri vēlas iegūt padziļinātas zināšanas pusvadītāju fotonikā un nanotehnoloģijās, apgūstot organisko un neorganisko cieto vielu fizikas, ražošanas un raksturošanas tehnika	Programma ietilpst McKinsey vērtību ķēdes posmos 6-8, attīstot prasmes, kas nepieciešamas pusvadītāju fotonikas un nanotehnoloģiju nozarēs.	Tehnoloģiju zinātņu maģistra grāds	Vidēji 15 maģistra studiju programmu studentu/ gadā*
Lietuva, Viļņas Universitāte	Doktorantūras studijas Fizikā ⁶	Doktorantūras studijas Viļņas Universitātē piedāvā padziļinātu izglītību un pētniecību dažādās zinātnes nozarēs, tostarp tehnoloģijās un inženierzinātnēs. Kursi: Cietvielu fizika; Mūsdienu optika un spektroskopija; Impulsu optika; Kvantu optika; Lāzera starojuma mijiedarbība ar matēriju; Ultravioletās fotonikas materiāli; Platzonas pusvadītāju optiskā, elektriskā un strukturālā raksturošana; Pusvadītāju fotonika	Doktorantūras programmas ietilpst visos McKinsey vērtību ķēdes posmos (1-9), sekmējot zinātnisko pētniecību un inovāciju, kas ir svarīga pusvadītāju tehnoloģiju attīstībā	Doktora grāds	Vidēji 8/ gadā
Lietuva, Viļņas Universitāte	Eurofotonika ⁷	Starptautiska programma koncentrējas uz progresīviem pētījumiem un lietišķām tēmām, kas veidos tuvākās un tālākās nākotnes zinātniskos mērķus fotonikas jomā ar starpdisciplināriem pielietojumiem. Piedalās 5 Eiropas partneri (AMU Marseille (France); KIT Karlsruhe (Germany); the Universities of Barcelona (Spain); TAU Tampere (Finland); Vilnius University (Lithuania). Un 5 ārpus Eiropas valstis - Ķīna, ASV, Etiopija, Austrālija un Meksika	Šī programma ietilpst McKinsey vērtību ķēdes posmos 7-9, nodrošinot izglītību un prasmes, kas nepieciešamas, lai strādātu augsto tehnoloģiju pusvadītāju un fotonikas nozarēs.	Erasmus Mundus kopīgais maģistra grāds	Vidēji 16/ gadā*
Igaunija, Tartu Universitāte	Materiālzinātne un tehnoloģijas	Maģistra programma, kas koncentrējas jaunu materiālu izstrādē un komercializācijā,	Programma piedāvā teorētisko principu apguvi materiālu zinātnē,	Zinātņu maģistra grāds	Vidēji 12/ gadā*

Valsts, Augstskolas vai pētniecības iestādes nosaukums	Programmas vai saistītās programmas nosaukums	Īss programmas apraksts	Programmas vai saistītās programmas vērtējums, norādot to pienesumu pusvadītāju vērtību ķēdē	Programmas noslēgumā iegūstamā kvalifikācija	Studiju programmu absolventu skaits
		apvienojot materiālu zinātnes studijas ar uzņēmējdarbības pamatu apguvi. Kursi saistībā ar sensoru izgatavošanu, materiālu elektriskajām, optiskajām īpašībām	testēšanas un pētījumu metodes, materiālu izstrādi un dizainu. Studenti veic izstrādes projektus sadarbībā ar zinātniskajām laboratorijām. Absolventi var strādāt kā materiālu izstrādes speciālisti ražošanas uzņēmumos un pētniecības iestādēs, uzsākt uzņēmējdarbību materiālu jomā vai turpināt studijas doktorantūrā. Ietilpst McKinsey vērtību ķēdes posmos 1-9	(Materiālzinātne un tehnoloģija)	
Igaunija, Tallinas Tehnoloģiju universitāte	Komunikāciju elektronika	Pētniecības un mācību kompetences aptver kognitīvās elektronikas un komunikāciju tehnoloģiju darbības jomas. Pētniecības un izstrādes darbības balstās un ir mijiedarbībā ar nozares interesēm, taču tās ir vērstas arī nākotnē, sekojot galvenajām attīstības tendencēm norādītajās darbības jomās.	Maģistra programma sniedz absolventiem prasmes un zināšanas, lai radītu, analizētu un attīstītu intelligentas elektroniskās sistēmas, izmantojot elektriskos un fizikālos principus, kā arī elektroniku un komunikācijas tehnoloģijas. Elektronikas inženierija ir tieši iesaistīta elektronisko komponentu un sistēmu, kas ir neatņemama pusvadītāju vērtību ķēdes sastāvdaļa, projektēšanā, izstrādē un testēšanā. Ietilpst McKinsey vērtību ķēdes posmos 1-9	Maģistra grāds inženierzinātnēs	Vidēji 14/ gadā
Igaunija, Tallinas Tehnoloģiju universitāte	Informācijas un komunikāciju tehnoloģijas	Studiju programmas vispārējais mērķis ir sniegt padziļinātas zināšanas un pētnieciskās prasmes informācijas un komunikāciju tehnoloģiju jomā personām, kuras vai nu turpina akadēmisko karjeru, vai vēlas karjeras izaugsmi.	Studiju ietvaros absolventi apgūs un padziļinās specifiskas prasmes un kompetences, kas nepieciešamas patstāvīgu pētījumu veikšanai izvēlētajā informācijas un komunikāciju tehnoloģiju jomā. Ietilpst McKinsey vērtību ķēdes posmos 7-9	Elektronikas un telekomunikāciju doktora grāds	Vidēji 4/ gadā

*skaits aptuvenš, rēķinot, ņemts publiski pieejamais studentu kopskaits studiju programmās

Baltijas valstīs un Latvijā ir izstrādātas vairākas izglītības programmas, kas ir būtiskas pusvadītāju tehnoloģiju attīstībā. Šīs programmas ir vērstas uz dažādām zinātnes un inženierzinātņu nozarēm, piedāvājot gan teorētisko zināšanu apgūšanu, gan praktisko prasmju attīstību. Tabulā 1.3. ietverta studiju programmu absolventu skaits ir aptuvenš, dažām augstskolām norādot virziena vai fakultātes absolventu skaitu.

Rīgas Tehniskā Universitāte piedāvā programmas, kas koncentrējas uz elektrotehnikas un elektronikas inženierzinātnēm, akcentējot jaunu elektronisko ierīču un sistēmu izstrādi, kā arī to praktisko pielietojumu dažādās nozarēs, ieskaitot pusvadītāju tehnoloģijas.

Latvijas Universitāte piedāvā programmas, kas koncentrējas uz materiālu īpašību uzlabošanu, fundamentālo un lietišķo fiziku, kā arī materiālu struktūras izpēti un sintēzes metodēm. Šīs programmas ir svarīgas pusvadītāju ražošanai un attīstībai, sagatavojot nozarē nepieciešamos speciālistus.

Kauņas Tehnoloģiju universitāte piedāvā programmas, kas koncentrējas uz inovatīvu produktu un tehnoloģiju izstrādi un analīzi, apvienojot ķīmisko tehnoloģiju procesu izpratni ar ekonomiskajiem aspektiem. Universitātes programmas ir nozīmīgas pusvadītāju vērtību ķēdē, attīstot inovatīvus funkcionālus hibrīdus, kompozītus un nanomateriālus.

Viļņas Universitāte piedāvā programmas, kas ir vērstas uz nanoelektroniku, optoelektroniskām ierīcēm un telekomunikācijām, sagatavojot speciālistus darbam šajās augsto tehnoloģiju nozarēs.

Tartu Universitāte piedāvā programmas, kas apvieno materiālu zinātnei ar uzņēmējdarbības pamatiem, koncentrējoties jaunu materiālu izstrādi un komercializāciju. Šīs programmas veicina jaunu materiālu un tehnoloģiju izstrādi un lietošanu, kas ir svarīgas pusvadītāju ražošanai un attīstībai.

Tallinas Tehnoloģiju universitāte piedāvā programmas, kas ir vērstas uz elektroenerģētiku un mehatroniku, integrējot jaunākās tehnoloģijas un inovācijas izstrādē, kas atbalsta pusvadītāju tehnoloģiju attīstību un praktisku pielietojumu ražošanā un produktu dizainā.

Baltijas valstu universitāšu programmas piedāvā nozīmīgu ieguldījumu pusvadītāju vērtību ķēdē, sekmējot jaunu tehnoloģiju radīšanu, dizainu, tehnoloģisko sistēmu pārvaldību un jaunu materiālu izstrādi. Baltijas valstu universitāšu programmas ir nozīmīgas ne tikai vietējā, bet arī starptautiskā līmenī, piedāvājot studentiem iespēju specializēties pusvadītāju tehnoloģiju apakšnozarēs, kas ir specifiskas reģionam un ar augstu pētniecības un inovāciju potenciālu. Balstoties uz analīzi par Baltijas valstīs un Latvijā esošajām izglītības programmām, kas saistītas ar pusvadītāju tehnoloģijām, var izdarīt šādus secinājumus:

Kapacitāte: Baltijas reģions piedāvā plašu klāstu izglītības programmu, kas aptver dažādas pusvadītāju tehnoloģiju jomas, tostarp materiālu zinātnei, fotoniku, nanotehnoloģijas, elektronikas un telekomunikācijas tehnoloģijas. Šīs programmas tiek piedāvātas vadošajās augstskolās un pētniecības institūtos.

Spēcīgās Puses: Programmas piedāvā nozīmīgu ieguldījumu pusvadītāju vērtību ķēdē, attīstot inovatīvus funkcionālus materiālus, hibrīdus, kompozītus un nanomateriālus. Dažas programmas, piemēram, "Light Engineering" un "Chemistry of Nanomaterials", ietver starptautiskas apmaiņas iespējas, kas veicina starptautisko sadarbību un zināšanu apmaiņu.

Vājās puses: Trūkst informācijas par absolventu skaitu un to, cik efektīvi absolventi tiek integrēti darba tirgū un pusvadītāju industrijā. Dažās programmās varētu būt nepieciešamas plašākas specializācijas vai fokuss uz konkrētām pusvadītāju tehnoloģiju apakšnozarēm.

Iespējas: Veicināt starptautisko sadarbību un apmaiņas programmas, lai paplašinātu studentu un pētnieku redzesloku un sekmētu inovācijas. Uzlabot programmu saturu, lai atbilstu jaunākajām industrijas tendencēm un tehnoloģiju attīstībai. Iesaistīt Baltijas uzņēmumus pusvadītāju jomā studiju programmu pilnveidē, ieviešot praktiskos aspektus studiju saturā.

Draudi: Demogrāfiskās situācijas radītais zema studentu skaits vai zemā programmas popularitāte vidusskolnieku vidū var radīt nepietiekamu studentu skaitu studiju programmas pusvadītāju jomā pastāvēšanai. Straujā tehnoloģiju izaugsme var sekmēt studiju programmu novecošanu un absolventu nepiemērotību darba tirgum.

Nākotnes virzieni Baltijas reģionā pusvadītāju jomā: Koncentrēties uz jaunu tehnoloģiju izstrādi un pētniecību, sekmējot pusvadītāju materiālu un tehnoloģiju attīstību. Īpaši pievērst uzmanību ieguldījumiem čipu dizaina izstrādē, kas prasa relatīvi nelielas finanšu investīcijas, taču nepieciešams augsts intelektuālais potenciāls, radot milzīgu pievienoto vērtību. Piemēram, Elektronikas un datorzinātņu institūts (EDI), kas rada unikālus čipu dizainus (Pēc McKinsey vērtību ķēdes posmiem 3 un 4) un sadarbojas ar vadošajām Latvijas Universitātēm, institūtiem un pat plaši pasaulē pazīstamiem pusvadītāju industrijas uzņēmumiem, pārstāvēt akadēmisko, lietišķo pētījumu un industriālo vidi. Paplašināt

sadarbību ar nozari, lai nodrošinātu, ka izglītības programmas ir cieši saistītas ar reālajām tirgus un industrijas vajadzībām. Veicināt vidusskolēnu informētību un interesi par studijām ar pusvadītājiem saistītās studiju programmās.

Galvenie izaicinājumi: Ņemot vērā daudzu valstu darba tirgus atvērtību, uzņēmējiem un zinātniskām institūcijām spēt piesaistīt un ieinteresēt Baltijas valstu jaunos speciālistus spraigā konkurencē par studentiem un darbspēku.

Iespējamie risinājumi: Aktīvi veidot sadarbību starp akadēmiskajām iestādēm un industrijas uzņēmumiem, lai nodrošinātu, ka studiju programmas ir atbilstošas nozares vajadzībām. Intensīvi palielināt jaunuzņēmumu un citu mazo un vidējo uzņēmumu atbalstu, kas potenciāli varētu kļūt par darba devējiem absolventiem, gan izstrādājot diplomdarbus, gan arī radot uzņēmumā pievienoto vērtību. Radīt prēmēšanas un veicināšanas sistēmu, lai stimulētu censoņus veikt diplomdarbu izstrādi ražošanas uzņēmumos.

1.1.3. Baltijas valstu augstskolu pētniecības kapacitātes novērtējums

Lai identificētu esošo inženieru un pētnieku 'skaitu Latvijā, Lietuvā un Igaunijā, kuriem ir atbilstošās zināšanas Pusvadītāju tehnoloģiju un lietojumu jomā, tika sagatavotas elektroniskas anketas, kuras tika izsūtītas pētījuma identificētajām iestādēm/institūtiem (skat. 1. pielikumu). Papildus tam, anketās norādīto pētnieku informācija tika papildus meklēta arī zinātniskajās un patentu lapās: veikta "SCOPUS", "Web of Science", "arXiv.org" un "ResearchGate" datubāzu izpēte, lai identificētu Baltijas pētniecības iestāžu un augstskolu pētnieku publikācijas pusvadītāju jomā. Kā arī, lai pārliecinātos, ka ir apzināts pilnīgs pētījuma tvēriens, tika pētītas pētniecības programmu tiešsaistes datu bāzes, piemēram, "QS World University Rankings", "Times Higher Education", u.c. Lai identificētu pusvadītāju jomas patentus, tika izmantota Latvijas Patentu Valdes datu bāze, Eiropas Patentu Biroja (EPO) Eiropas un starptautiskā datubāze, Pasaules Intelektuālā Īpašuma Biroja (WIPO) datubāze, "Google patent" meklētājs.

Tabula 1.4 Pusvadītāju nozares zinātniskās kapacitātes novērtējums

Valsts, augstskolas, pētniecības institūta nosaukums	Inženieru un pētnieku skaits katrā pārstāvētajā specializācijā	Esošo publikāciju analīze (pētījumu jomas, skaits, publikācijas zinātniskās nozīmības līmenis)	Pusvadītāju patentu portfelis
Latvija, LU Cietvielu Fizikas Institūts	Organiskie materiāli - 6 Mikro un nanoierīces - 4	III-V pusvadītāji - 45 Organiskie materiāli - 43 Silīcijs - 21 Mikro un nanoierīces - 8	Patents NR RU2657497C1 - Metode izlīdzināšanas slāņa ražošanai, pamatojoties uz retzemju elementu savienojumiem, un organisko gaismas izstarojošo diodu izgatavošanas paņēmieni. Patents NR WO2018208186A1 - Gaismas izstarojošā diode ar izlīdzināšanas slāni, pamatojoties uz retzemju elementu savienojumiem. Patents NR LV15056B - Indandiona atvasinājumu MeSBI ietveroša tilpuma heteropārejas fotojūtīga kārtiņa organiskiem saules elementiem un gaismas sensoriem, tās izgatavošanas paņēmieni. Patents NR LV14949A - Polēts nelineārs polimēru materiāls. Patents NR LV14755A - Plānu polimēra kārtiņu ierobežotas virsmas laukuma polarizēšanas ierīce un paņēmieni.
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Elektronikas un Telekomunikāciju fakultāte	Platjoslas optiskie raidzītvērēji, fotonika, optiskie mērījumi – 1 Silīcija raidītāji, optisko čipu dizains – 1 Automatizētās fotonikas iekārtu testēšanas procedūras – 1	Optiskās komunikāciju sistēmas - 33 Bezvadu sensoru tīkli - 21 Pasīvie optiskie tīkli - 17 Fotoniskās sistēmas - 16	LV15766 WDM šķiedru optiskā starpsavienojumu sistēma ar riņķa rezonatora modulatoru energoefektīvai datu pārraidei

Valsts, augstskolas, pētniecības institūta nosaukums	Inženieru un pētnieku skaits katrā pārstāvētajā specializācijā	Esošo publikāciju analīze (pētījumu jomas, skaits, publikācijas zinātniskās nozīmības līmenis)	Pusvadītāju patentu portfelis
	Elektrisko iespaidplašu (PCB) dizains un izstrāde – 2 Integrālo čipu (analogo, digitālo) dizains – 2 Pusvadītāju tehnoloģijas - 1	Haotisku signālu sinhronizācija - 9 Frekvenču Modulācija - 6 Optiskās šķiedras - 6 5G mobilie sakari - 5	
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Biomedicīnas inženierijas un nanotehnoloģiju institūts	Pusvadītāju materiālu elektronu spektroskopija un mikroskopija - 4	Jaunu pārklājumu pētījumi - 10 Biomedicīniskā Inženierija - 9 Fotonika - 5	LV15569 B1, 2021, GĀZES DETEKTĒŠANAS SENSORS, IZMANTOJOT DIOŽU OPTISKO STIMULĀCIJU GAS DETECTION SENSOR USING DIODE OPTICAL STIMULATION IONIZING RADIATION DOSIMETER FOR MEASURING DOSE ABSORBED IN NANOVOLUME. LV 15577 B1, 2021, PSRS 749285, 1976, Metode dislokāciju noteikšanai pusvadītāju kristālā PSRS 1256613, 1983, KF 2094907, 1997, Ierīce strukturālo defektu attēlošanai
Latvija, Elektronikas un datorzinātņu institūts	Heterogēnas vienčipa sistēmas, (HSoC, SoC, FPGA, sistēmas arhitektūra, iekščipa komunikācija, paātrinātāju izstrāde neironu tīklu, reāllaika kontroles sistēmu un attēlu apstrādes kontekstos, heterogēna apstrāde, attēlu apstrāde, reāllaika kontroles sistēmas, iegultais Linux, digitālo shēmu projektēšana un funkcionāla verifikācija, VHDL) - 1 FPGA balstīta prototipēšana – 6 Digitālo shēmu projektēšana – 1 Digitālo / analogo shēmu projektēšana - 1 Pielietojumspecifisku čipu (ASIC) projektēšana un heterogēnas vienčipa sistēmas (HSoC, SoC, FPGA, sistēmas arhitektūra, iekščipa komunikācija, paātrinātāju izstrāde pulsējošo neironu tīklu un attēlu apstrādes kontekstos, heterogēna apstrāde, iegultais Linux, digitālo shēmu projektēšana un funkcionāla verifikācija, VHDL - 1	Dziļā mācīšanās - 15 Lietu Internets (IoT) – 14 Datorredze – 11 Neironu tīli - 9 Mākslīgais intelekts – 6	EP3093992 - An input clocked comparator circuit of an equivalent time sampling converter EP1701459 - Method for data acquisition from multiple sources of analog signals
Igaunija, Tartu Universitāte	Materiālu zinātne – 1 plāno kārtiņu tehnoloģijas – 3 Fizikālā optika – 1 Sensoru Tehnoloģijas -3 Lāzeru spektroskopija – 2	Publikācijas no materiāl zinātņu departamenta: Plāno kārtiņu tehnoloģijas – 20 Fizikālā optika – 4 Sensoru Tehnoloģijas -3 Lāzeru spektroskopija – 3	Nav tematisku patentu
Lietuva, Kauņas Tehnoloģiju universitātes Polimēru ķīmijas un tehnoloģijas katedra	Polimēru ķīmija un tehnoloģijas - 3 Materiālzinātnes – 3 Optika un fotonika - 1	Polimēru ķīmija un tehnoloģijas - 60 Materiālzinātnes – 54 Optika un fotonika - 33	Patents US20170355709A1 - Izgudrojums aptver jaunus bicikliskus tīla [1,3] oksazepīna atvasinājumus, kuriem ir uzlabotas fotohromas īpašības, salīdzinot ar zināmajiem spiropirāniem, un kurus var izmantot kā molekulāros fotoslēdžus. Patents US10680180B2 - Šis izgudrojums attiecas uz karbazola bāzes veidotu savienojumu, kas aizvietots ar difenilamīnu un ko izmanto kā organisko caurumu vadītājus vai caurumu transportēšanas materiālu optoelektroniskā vai fotoelektroķīmiskā ierīcē.

Valsts, augstskolas, pētniecības institūta nosaukums	Inženieru un pētnieku skaits katrā pārstāvētajā specializācijā	Esošo publikāciju analīze (pētījumu jomas, skaits, publikācijas zinātniskās nozīmības līmenis)	Pusvadītāju patentu portfelis
Lietuva, Viļņas Fizikālo un tehnoloģiju zinātņu centrs	Optoelektronika – 5 Elektroniskie procesi – 1 Funkcionālie materiāli un elektronika, nanomateriāli un sensori – 2 Lāzertechnoloģijas – 6 Plasmonika un nanofotonika – 1 Molekulāro savienojumu fizika, Fotoelektronika – 1 Nanotehnoloģijas – 1 Fizikālās tehnoloģijas - 1	Publikācijas no Optoelektronikas departamenta: Optoelektronika – 7 Elektroniskie procesi – 2 Funkcionālie materiāli un elektronika, nanomateriāli un sensori – 17 Lāzertechnoloģijas – 5 Plasmonika un nanofotonika – 8 Nanotehnoloģijas – 6 Fizikālās tehnoloģijas - 6	Patents EP3975224 – izgudrojums ir saistīts ar mikroelektronisku III grupas nitrīdu pusvadītāju komponentu veidošanu, izmantojot lāzer mikro apstrādi ar ultraīsiem lāzera impulsiem.
Lietuva, Viļņas Universitāte	Jauni funkcionālie materiāli un to atvasinājumi – 6 Lāzerfizika un pielietojumi -17	III-V Pusvadītāji - 43; Fotoluminiscence –30; Femtosekundžu lāzēri - 26; Optiskā pumpēšana - 24; Silīcijs -21	Optiskais frekvences pārveidotājs balstīts uz III-grupas nitrīdu pusvadītājiem Eiropas patentu ofiss , EP22182212.5, 30 Jūnijs 2022. Patenta pieteikums

Balstoties uz pētījuma atlasīto informāciju, Baltijas reģiona pusvadītāju tehnoloģiju jomas kapacitātes, SVID analīzi, nākotnes virzienu, galveno izaicinājumu un iespējamo risinājumu izvērtējums ir šāds:

Kapacitāte: Baltijas reģionā ir spēcīga pētniecības bāze, kas koncentrējas uz dažādām pusvadītāju tehnoloģijām, tostarp materiālu zinātnei, optiku un fotoniku, sensoru tehnoloģijām un nanotehnoloģijām, Augstskolas un pētniecības institūti, piemēram, Kaunas Tehnoloģiju universitāte, LU Atomfizikas un spektroskopijas institūts, Tartu Universitāte, ir labi tehniski aprīkoti un nodrošina kvalitatīvu pētniecību, inovāciju attīstību.

Stiprās Puses: Baltijas reģionā ir augsti kvalificēti speciālisti un plašs zinātnisko pētījumu spektrs, kas ietver plašu klāstu, no materiālu sintēzes līdz optoelektronikai, Notiek dalība sadarbības projektos ar industrijas uzņēmumiem, institūcijām, kas palīdz attīstīt praktiski pielietojamus risinājumus un sekmē tehnoloģiju pārnesei, Pastāv patenti un inovatīvu tehnoloģiju izstrāde, kas atspoguļo reģiona spējas radīt jaunas idejas un risinājumus.

Vājās puses: Nepietiekams kvalificētu speciālistu skaits, kuri pēc studijām izvēlas turpināt darbu Baltijas reģionā, izvēloties darbu vai studijas ārzemēs. Statistika liecina, ka par studijām ārzemēs domā vairāk nekā puse Latvijas jauniešu. Lielākā daļa no viņiem labprāt mācītos angļiski runājošajās valstīs. [Vidusskolēni izglītību ārzemēs vērtē kā kvalitatīvāku, Avots: <https://www.lsm.lv/raksts/zinas/latvija/vidusskolēni-izglitību-arzemes-verte-ka-kvalitativaku.a24900/>]. Nepietiekama industriālā bāze gala produktu ražošanai, kas ierobežo tehnoloģiju komercializācijas potenciālu.

Iespējas: Baltijas reģions var izmantot esošo zinātnisko un tehnoloģisko potenciālu, lai piesaistītu investīcijas un stiprinātu savu pozīciju globālajā tirgū. Potenciāls sadarboties starp valstīm un palielināt reģiona nozīmi pusvadītāju tehnoloģiju jomā. Piesaistīt cilvēkresursus no kaimiņvalstīm, (piem. Ukraina, Kazahstāna, Gruzija u. c.) gan studentus, gan pētniekus, gan arī augsti kvalificētus darbiniekus.

Draudi: Ārējās ietekmes draudi, piemēram, svārstīgs finansējums, regulatīvas izmaiņas un globālā konkurence. Nestabils finansējums var radīt resursu trūkumu, kas nepieciešams aprīkojuma vai kvalificētu speciālistu nodrošināšanai. Regulatīvās izmaiņas var ierobežot veicamo pētījumu kopējās izmaksas, piemēram, stājoties spēkā likumdošana, kas ir saistīta ar vides drošību un jauniem noteikumiem tajā. Starptautiskie regulējumi var ietekmēt izejmateriālu pieejamību vai sadarbības iespējas ar ārvalstu iestādēm. Paralēli pastāv arī iekšējie draudi, piemēram, resursu piešķiršana un sadalījums, mācību programmu

«fleksibilitāte», izglītības kvalitāte, IP pārvaldība. Darbaspēka aizplūšana uz citiem tirgiem, tirgus izmaiņas, vides un ilgtspējas jautājumi un sabiedrības uztvere.

Tabulā 1.5. tika apkopota informācija par augstskolu un pētniecības iestāžu sadarbību ar citām pētniecības iestādēm, lai iegūtu ieskatu par sadarbības tīklu. Informācija tika iegūta no anketām (skat. Pielikums Nr. 1: Akadēmisko iestāžu aptauja), kā arī pētot iestāžu mājaslapas un pieejamo informāciju par sadarbības projektiem.

Tabula 1.5 Latvijas augstskolu sadarbība ar citām augstskolām un pētniecības iestādēm

Valsts, augstskolas, pētniecības institūta nosaukums	Universitātes/ iestādes nosaukums	Sadarbības iestādes Valsts	Sadarbības apraksts
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Lietišķās ķīmijas institūts	Kauņas Tehnoloģiju Universitāte	Lietuva	Pētniecība
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Lietišķās ķīmijas institūts	Yuan Ze University	Taivāna	Pētniecība
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Lietišķās ķīmijas institūts	Europpractice	Lielbritānija	Train-the-Trainer aktivitātes čipu izstrādes jautājumos.
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Radioelektronikas institūts	Kauņas Gediminas Universitāte	Lietuva	Pieredzējušie vieslektori integrālo shēmu izstrādes jautājumos
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Radioelektronikas institūts	Technical University of Cluj-Napoca	Rumānija	Sadarbība EIT+ ietvaros- Mikroelektronikas klastera dibināšana, studentu apmaiņa
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Radioelektronikas institūts	Technische Universität Braunschweig	Vācija	Konsultācijas, kopīgo projektu iesniegšana, vieslekcijas
Latvija, Fizikas, matemātikas un optometrijas fakultāte	IKZ Berlin (Kristālu audzēšanas Institūts)	Vācija	PostDoc, līgumdarbi, darbs kopējos projektos
Latvija, Fizikas, matemātikas un optometrijas fakultāte	Fraunhofer ISG	Vācija	PostDoc
Latvija, Rīgas Tehniskās universitātes Elektronikas un Telekomunikāciju fakultāte	Karaliskais Tehnoloģiju institūts (KTH)	Zviedrija	Kopīgi zinātniskie pētījumi, zinātnisko publikāciju izstrāde, pētniecības projektu pieteikšana
Latvija, Rīgas Tehniskās universitātes Elektronikas un Telekomunikāciju fakultāte	Dānijas Tehniskā universitāte (DTU)	Dānija	Kopīgi zinātniskie pētījumi, zinātnisko publikāciju izstrāde, pētniecības projektu pieteikšana
Latvija, Rīgas Tehniskās universitātes Elektronikas un Telekomunikāciju fakultāte	Zhejiang University	Ķīna	Kopīgi zinātniskie pētījumi
Latvija, Rīgas Tehniskās universitātes Elektronikas un Telekomunikāciju fakultāte	Gentes Universitāte	Beļģija	Pētniecības projektu pieteikšana
Latvija, Rīgas Tehniskās universitātes Elektronikas un Telekomunikāciju fakultāte	Huazhong University of Science and Technology	Ķīna	Kopīgi zinātniskie pētījumi
Latvija, Rīgas Tehniskās universitātes Elektronikas un Telekomunikāciju fakultāte	Čalmersas Tehnoloģiju universitāte	Zviedrija	Kopīgi zinātniskie pētījumi, zinātnisko publikāciju izstrāde
Latvija, Rīgas Tehniskās universitātes Elektronikas un Telekomunikāciju fakultāte	Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts (LU CFI)	Latvija	Kopīgi zinātniskie pētījumi, zinātnisko publikāciju izstrāde, pētniecības projektu pieteikšana
Latvija, Rīgas Tehniskās universitātes Elektronikas un Telekomunikāciju fakultāte	Latvijas Universitātes Atomfizikas un spektroskopijas institūts (LU ASI)	Latvija	Kopīgi zinātniskie pētījumi, zinātnisko publikāciju izstrāde, pētniecības projektu pieteikšana
Latvija, Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts	Viļņas Universitāte	Lietuva	Pētniecība
Latvija, Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts	Kauņas Tehnoloģiju universitāte	Lietuva	Pētniecība
Latvija, Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts	Fizikas zinātņu un tehnoloģiju centrs	Lietuva	Pētniecība

Valsts, augstskolas, pētniecības institūta nosaukums	Universitātes/ iestādes nosaukums	Sadarbības iestādes Valsts	Sadarbības apraksts
Latvija, Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts	Nacionālā Suņa Jisjeņa Universitāte	Ķīna	Pētniecība
Latvija, Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts	Nacionālā Cjinhua Universitāte	Ķīna	Pētniecība
Latvija, Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts	Parīzes Nanozinātņu institūts	Francija	Pētniecība
Latvija, Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts	Trojas Tehnoloģiju universitāte	Francija	Pētniecība
Latvija, Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts	Notingemas Universitāte	Lielbritānija	Pētniecība
Latvija, Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts	Jūlija Maksimiliāna Vircburgas Universitāte	Vācija	Pētniecība
Latvija, Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts	Bulgārijas Zinātņu akadēmijas Organiskās ķīmijas institūts	Bulgārija	Pētniecība
Latvija, Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts	Moldovas Tehniskā universitāte	Moldova	Pētniecība
Latvija, Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts	Tallinas Tehnoloģiskā universitāte	Igaunija	Pētniecība
Latvija, Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts	Energijas Tehnoloģijas institūts	Norvēģija	Pētniecība
Latvija, Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts	RISE	Zviedrija	Pētniecība
Latvija, Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts	Halmstādes universitāte	Zviedrija	Pētniecība
Latvija, Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts	Karaliskais Tehnoloģiju institūts (KTH)	Zviedrija	Pētniecība
Latvija, Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts	Navarras Universitāte	Spānija	Pētniecība
Latvija, Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūts	Fizikālās zinātnes un Tehnoloģijas centrs	Lietuva	Pētniecība
Latvija, Elektronikas un datorzinātņu institūts	Infineon	Vācija, Austrija	Kopīgi pētniecības projekti. EDI izstrādā pielietojumu realizācijas jaunām pusvadītāj-komponentēm.
Latvija, Elektronikas un datorzinātņu institūts	NXP	Nīderlande	
Latvija, Elektronikas un datorzinātņu institūts	STMicroelectronics	Francija, Itālija	
Latvija, Elektronikas un datorzinātņu institūts	IDEAS	Norvēģija	Kopīgi pētniecības projekti. EDI izstrādā silīcija intelektuālo īpašumu infrasarkanā attēlu apstrādes uzdevumu veikšanai. Pārrunas par intelektuālā īpašuma licencēšanu.
Latvija, Elektronikas un datorzinātņu institūts	Arquimea research	Spānija	Kopīgi pētniecības projekti. EDI izstrādā silīcija intelektuālo īpašumu nākošās paaudzes kvantu sensora kontroles un datu apstrādes nodrošināšanai, kamēr partneri nodarbojas ar kvantu sensora fiziku.
Latvija, Elektronikas un datorzinātņu institūts	Frīdriha Aleksandra universitāte	Vācija	
Latvija, Elektronikas un datorzinātņu institūts	Free Silicon Foundation	Itālija	Kopīgas aktivitātes atvērto pusvadītāju ekosistēmas nostiprināšanai Eiropā, t.sk. atvērto čipu konferences rīkošana, atvērta procesa izstrādes rīku izstrāde / publicēšana, atvērto čipu projektēšanas EDA rīku izstrāde, atvērta silīcija intelektuālā īpašuma repozitorija izveide, Eiropas Komisijas informēšana, u.c.
Latvija, Elektronikas un datorzinātņu institūts	Sorbonnas universitāte	Francija	
Latvija, Elektronikas un datorzinātņu institūts	Seiļas universitāte	Spānija	
Latvija, Elektronikas un datorzinātņu institūts	Grenobles universitāte	Francija	
Latvija, Elektronikas un datorzinātņu institūts	Rīgas Tehniskā universitāte	Latvija	Sadarbības līgumi. RTU un LU studenti stabili izvēlas EDI kā savu prakses vietu, tai skaitā arī pusvadītāju jomā, un arī kļūst par jaunajiem EDI darbiniekiem. EDI
Latvija, Elektronikas un datorzinātņu institūts	Latvijas Universitāte	Latvija	

Valsts, augstskolas, pētniecības institūta nosaukums	Universitātes/ iestādes nosaukums	Sadarbības iestādes Valsts	Sadarbības apraksts
			darbinieki pasniedz RTU un LU ar čipu dizainu saistītus kursus.
Latvija, Elektronikas un datorzinātņu institūts	Design & Reuse	Francija	EDI publicē licencēšanai savu intelektuālo īpašumu D&R datubāzē, kas palielina vienčipu sistēmu projektēšanas produktivitāti.

Latvijas augstskolu un pētniecības iestāžu sadarbības tīkli pusvadītāju nozarē ir daudzveidīgi un starptautiski. Rīgas Tehniskā universitāte (RTU) un Latvijas Universitāte (LU) aktīvi sadarbojas ar daudzām iestādēm, tostarp ar Kaņas Tehnoloģiju Universitāti, Yuan Ze Universitāti, Europractice, Braunšveigas Tehnoloģiju universitāti, Leibnīcas Kristālu audzēšanas institūtu (IKZ) Berlīnē un Fraunhofer institūtu. Tās veicina kopīgu pētniecību, pieredzes apmaiņu un zinātnisko publikāciju izstrādi.

Starptautiskā sadarbība ietver kopīgus projektus, "Train-the-Trainer" (pasniedzēju apmācības) aktivitātes, pieredzējušu vieslektoru piesaisti, kā arī mikroelektronikas klastera dibināšanu un studentu apmaiņu. PostDoc līgumdarbi un kopīgie zinātniskie pētījumi ar partneriem no dažādām valstīm veicina jaunu zināšanu un tehnoloģiju apmaiņu.

Elektronikas un Datorzinātņu institūts (EDI) ir spēcīgs sadarbības partneris, kas veido lietderīgas sinerģijas ar RTU un LU. EDI izstrādā jaunas pusvadītāju komponentes un intelektuālā īpašuma infrastruktūru, veicinot atvērto pusvadītāju ekosistēmas attīstību Eiropā, rīko konferences, un veicina atvērto čipu projektēšanas rīku izstrādi. RTU un LU studenti regulāri izvēlas EDI kā prakses vietu, un daudzi no viņiem turpināt karjeru šajā institūtā, kļūstot par EDI darbiniekiem. Tāpat EDI speciālisti pasniedz kursus, kas saistīti ar čipu dizainu RTU un LU.

Šāda veida sadarbība ir izšķiroša Latvijas zinātniskās un tehnoloģiskās kapacitātes stiprināšanā. Tā palīdz veidot konkurētspējīgu zinātnisko vidi un veicina augstas kvalitātes izglītības nodrošināšanu pusvadītāju nozarē, kā arī atbalsta jaunu talantu piesaisti un profesionālo izaugsmi.

Galvenie izaicinājumi:

- Nepieciešamība palielināt cilvēkresursu kapacitāti un uzlabot projektēšanas rīku, iekārtu pieejamību,
- Globālo ekonomisko un tehnoloģisko tendenču ietekmes mazināšana,
- Izglītības finansējuma trūkums.

Iespējamie risinājumi:

- Veicināt izglītības un apmācības programmas, lai palielinātu kvalificēta darbaspēka pieejamību,
- Uzlabot sadarbību starp akadēmisko un industriālo sektoru, kā arī starp valstīm, lai sekmētu zināšanu un tehnoloģiju apmaiņu,
- Strauji palielināt valsts finansējumu zinātnes ietilpīgās sfērās. Ieinteresēt talantus veidot karjeru dzimtenē. Finansiāli atbalstīt pašus censoņus, uzņēmumus un akadēmisko personālu.

1.1.4. Baltijas valstu pusvadītāju jomas iekārtu uzskaitē un atbilstība mūsdienu vajadzībām

Augstskolu un pētniecības iestāžu spēja nodrošināt nepieciešamās iekārtas pētījumiem un inovācijām ir kritiska, saiknes uzturēšanai ar industriju. Baltijas augstskolu un pētniecības iestāžu iekārtu analīze apkopota tabulā (skat. Tabula 1.6 Latvijas augstskolu un pētniecības iestāžu pusvadītāju vērtību ķēdes iekārtu saraksts), aptaujājot augstskolu pārstāvjus, kā arī veicot publiski pieejamās informācijas iegūšanu, t.sk. augstskolu un institūtu mājaslapu izpēti,

atvērtās pieejas datubāzu un ES projektu aprakstu. Pieejamo iekārtu nosaukumi netiek tulkoti, lai nodrošinātu iekārtu precīzu identifikāciju.

Tabula 1.6 Latvijas augstskolu un pētniecības iestāžu pusvadītāju vērtību ķēdes iekārtu saraksts

Valsts, Augstskolas un pētniecības institūta nosaukums	Pieejamo iekārtu saraksts	Ierīces Funkcija	Pielietojums	Izmantošanas Apraksts	Saistītie procesi
Latvija, LU CFI	EBL (Elektronu staru litogrāfija (EBL))	Mikrostruktūru izveide	Ražošana	Izmanto mikro un nanoskopisko struktūru izveidošanai	Elektronu staru litogrāfija
Latvija, LU CFI	Mask aligner (Litogrāfija caur masku)	Litogrāfijas procesi	Ražošana	Izmanto mikroskēmu ražošanai un precīzu masku izveidošanai	Litogrāfija, masku izgatavošana
Latvija, LU CFI	Laser writer Heidelberg (Lāzera rakstītājs Heidelberg)	Mikrostruktūru izveide	Ražošana	Izmanto precīzu mikrostruktūru izveidošanai	Lāzera litogrāfija
Latvija, LU CFI	Spin coater (Centrifugālā pārklājēja (Spin Coater))	Materiālu uzklāšana	Ražošana	Izmanto, lai vienmērīgi pārklātu substrātus ar šķidru materiālu	Centrifugālā pārklāšana
Latvija, LU CFI	Multifunctional Cluster tool (Multifunkcionāls klastera instruments)	Daudzfunkcionāls procesēšana	Ražošana	Izmanto dažādu tehnoloģiju kombinēšanai vienā procesā	Daudzfunkcionāla apstrāde
Latvija, LU CFI	Thermal evaporator in glove box (Termiskais iztvaicētājs cimdokāpī)	Materiālu uzklāšana	Ražošana	Izmanto materiālu iztvaikošanai kontrolētā vidē	Termiskā iztvaikošana
Latvija, LU CFI	Fume hood (Fumēšanas skapis)	Drošības pasākumi	Visos posmos	Izmanto drošai ķīmisko vielu un gāzu manipulācijai	Drošības pasākumi
Latvija, LU CFI	Ultrasonic cleaning unit (Ultraskaņas tīrīšanas ierīce)	Tīrīšanas process	Pētniecība un attīstība	Izmanto substrātu un materiālu tīrīšanai	Ultraskaņas tīrīšana
Latvija, LU CFI	Plasma asher (Plazmas pelnītājs)	Virsmas apstrāde	Ražošana	Izmanto materiālu virsmu attīrīšanai un aktivizēšanai	Plazmas apstrāde
Latvija, LU CFI	HMDS prime oven (HMDS priekšsarsēšanas krāsns)	Virsmas apstrāde	Ražošana	Izmanto virsmu apstrādei pirms litogrāfiskā procesa	Virsmas modifikācija
Latvija, LU CFI	Atomic layer deposition (ALD) (Atomāra slāņa nogulsnešanas ierīce (ALD))	Slāņu nogulsnešana	Ražošana	Izmanto precīzu plēvju augšanai ar atomāra slāņa nogulsnešanas metodi	Atomāra slāņa nogulsnešana
Latvija, LU CFI	Plasma enhanced chemical vapor deposition (PECVD) (Plazmas pastiprinātas ķīmiskās tvaika nogulsnešanas ierīce (PECVD))	Materiālu nogulsnešana	Ražošana	Izmanto plānu kārtu veidošanai, izmantojot plazmu, lai pastiprinātu ķīmiskās tvaika nogulsnešanas procesu	PECVD procesi
Latvija, LU CFI	Metal organic chemical vapor deposition (MOCVD) (Metālu organisko ķīmisko tvaika nogulsnešanas ierīce (MOCVD))	Materiālu nogulsnešana	Ražošana	Izmanto augstas kvalitātes plānu kārtu izveidei, izmantojot metālu organiskās savienojumu tvaikus	MOCVD procesi
Latvija, LU CFI	Profilometer Dektak (Profilometrs Dektak)	Virsmas mērījumi	Pētniecība un attīstība	Izmanto virsmas profilu precīzai mērīšanai un analīzei	Virsmas profilometrija
Latvija, LU CFI	Profilometer Zygo (Profilometrs Zygo)	Virsmas mērījumi	Pētniecība un attīstība	Izmanto virsmas profilu un tekstūras mērīšanai	Virsmas profilometrija
Latvija, LU CFI	Wire bonder (Vada savienotājs (Wire Bonder))	Elektronisko komponentu savienošana	Ražošana	Izmanto, lai savienotu mikroskēmu ar vadu	Mikroskēmu vadu savienošana
Latvija, LU CFI	Tunable femtosecond laser (Regulējams femtosekunžu lāzers)	Precīza materiālu apstrāde	Pētniecība un attīstība	Izmanto precīzai materiālu apstrādei, pētījumos un eksperimentos	Optiskie pētījumi
Latvija, LU CFI	Dry etching (Sausā kodināšana)	Materiālu noņemšana	Ražošana	Izmanto precīzai materiālu noņemšanai bez šķidruma izmantošanas	Sausā kodināšana
Latvija, LU ASI	Ar erbiju dopētas optiskās šķiedras [AB1] femtosekunžu frekvenču ķemmes sintezators (Model FC1500-250-WG, Menlo Systems, Vācija). Rubīdija piesātinājuma spektroskopijas iekārta. (Ar erbija dopētas optiskās šķiedras femtosekunžu frekvenču ķemmes sintezators)	Frekvenču ķemmes radīšana	Pētniecība un attīstība	Izmanto, lai radītu frekvenču ķemmi ar optiskām šķiedrām, kas dopētas ar erbiju	Optiskās frekvenču ķemmes sintēze
Latvija, LU ASI	elektrovērpšanas (electrospinning) metode ()	Materiālu nogulsnešana	Ražošana	Izmanto, lai veidotu nanošķiedras, ko var izmantot aktīvu optisko elementu veidošanā	Materiālu sintēze
Latvija, LU ASI	plazmas elektrolītiskās oksidācijas metode ()	Virsmas apstrāde	Ražošana	Izmanto, lai veidotu mikro izmēra iedobumus, lai veidotos labāka sakāre starp parauga pamatni un uzklājamo materiālu	Paraugu sagatavošana
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Biomedicīnas inženierijas un	Electron Emission Spectrometer (Elektronu emisijas spektrometri)	Virsmas ķīmiskā sastāva analīze	Materiālu un elementu analīze, pētniecība	Pusvadītāju materiālu un mikroelektronikas struktūru virsmas ķīmiskā sastāva, aizliegtās zonas un	Materiālu raksturojums, kvalitātes kontrole

Valsts, Augstskolas un pētniecības institūta nosaukums	Pieejamo iekārtu saraksts	Ierīces Funkcija	Pielietojums	Izmantošanas Apraksts	Saistītie procesi
nanotehnoloģiju institūts				elektriskā potenciāla bezkontakta noteikšanai	
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Biomedicīnas inženierijas un nanotehnoloģiju institūts	Ion Emission Spectrometer (Jonu emisijas spektrometrs)	Virsmas ķīmisko elementu analīze	Ķīmisko elementu analīze, pētniecība	Pusvadītāju materiālu un mikroelektronikas struktūru virsmas ķīmisko elementu noteikšana	Materiālu raksturojums
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Biomedicīnas inženierijas un nanotehnoloģiju institūts	Atomic and Kelvin Force Microscopy (Atomu spēku un Kelvina atomu spēku mikroskopija)	Virsmas morfoloģijas un potenciāla analīze	Nano-līmeņa virsmu pētniecība, materiālu īpašību izpēte	Pusvadītāju materiālu un mikroelektronikas struktūru virsmas morfoloģijas un elektriskā potenciāla noteikšana	Virsmas raksturojums, defektu analīze
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Biomedicīnas inženierijas un nanotehnoloģiju institūts	Infrared Spectroscopy (Infra-sarkanā spektroskopija)	Ķīmisko saišu analīze	Ķīmisko savienojumu analīze, materiālu sastāva noteikšana	Pusvadītāju materiālu virsmas ķīmisko saišu identificēšana	Materiālu pētniecība, kvalitātes kontrole
Latvija, Latvijas Universitāte, Fizikas, matemātikas un optometrijas fakultātes	HPC Computer Cluster (>500 CPU cores) (HPC datorklāsteris)	Skaitliskās modelēšanas procesi	Lielu datu apstrāde, kompleksu simulāciju veikšana	Izmantots procesu skaitliskai modelēšanai, >500 CPU kodoli kompleksu aprēķinu un lielu datu apjoma apstrādei	Datu analīze, simulācija, modelēšana
Latvija, Latvijas Universitāte, Fizikas, matemātikas un optometrijas fakultātes	Laboratory Crystal Growth Equipment (Laboratorijas kristālu audzēšanas iekārta)	Kristālu audzēšanas procesu modelēšana	Kristālu izaudzēšana pētnieciskiem nolūkiem	Kristālu audzēšanas procesu modeļu validācija	Materiālu sintēze, pētniecība
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, RTU Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Lietišķās ķīmijas institūts	Perkin Elmer Lambda 650 Spectrometer	Spektrofotometrija	Optiskās spektroskopijas pielietojumi, materiālu analīze	Augstas veiktspējas UV/Vis mērījumiem dažādās jomās, tostarp ķīmijā, materiālu zinātnē un biokīmijā	Spektrālā analīze, materiālu raksturojums
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, RTU Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Lietišķās ķīmijas institūts	QuantaMaster 40 spectrofluorometer (Photon Technology International, Inc.)	Fluorescences analīze	Fluorescences spektroskopijas pielietojumi, bioloģisku paraugu analīze	Fluorescences mērījumiem pētniecībā un rūpnieciskās lietošanās	Bioķīmiskā analīze, materiālu raksturojums
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Elektronikas un Telekomunikāciju fakultāte	Keysight M8195A Arbitrary Waveform Generator (AWG) (Keysight M8195A patvaļīgās viļņu formas ģenerators (AWG))	Signālu ģenerēšana	Elektronisko signālu ģenerēšana testēšanas un pētniecības nolūkos	Patvaļīgu viļņu formu ģenerēšana elektronikas testēšanai un analīzei	Elektronikas dizains, signālu apstrāde
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Elektronikas un Telekomunikāciju fakultāte	Keysight DSAZ334A Digital Signal Oscilloscope (DSO) (Keysight DSAZ334A Ciparu signālu osciloskops (DSO))	Signālu analīze	Elektronisko signālu novērošana un analīze	Elektronisko signālu viļņu formu novērošanai un analīzei	Elektronikas diagnostika, dizaina validācija
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Elektronikas un Telekomunikāciju fakultāte	Anritsu Pseudorandom Pulse Generators MU181020B and MU183040B (PPG) (Anritsu pseidogadījuma impulsu ģeneratori MU181020B un MU183040B (PPG))	Signālu ģenerēšana	Impulsu ģenerēšana testēšanas un analīzes nolūkiem	Pseidogadījuma impulsu ģenerēšana sakaru sistēmu testēšanai	Sakaru sistēmu analīze, kvalitātes kontrole
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Elektronikas un Telekomunikāciju fakultāte	Anritsu Error Detectors MU181040B and MU183040B (ED) (Anritsu MU181040B un MU183040B kļūdu skaitītāji (ED))	Kļūdu noteikšana	Kļūdu noteikšana datu pārraides sistēmās	Kļūdu noteikšana sakaru sistēmās	Sakaru sistēmu analīze, kļūdu analīze
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Elektronikas un Telekomunikāciju fakultāte	High Stability Electrical Signal Generator (Anritsu MG3693C) (Anritsu MG3693C augstas stabilitātes elektriskā signāla ģenerators)	Elektriskā signāla ģenerēšana ar augstu stabilitāti	Precīzu elektrosignālu ģenerēšana mērījumiem un testēšanai	Izmanto augstas stabilitātes elektrisko nesējsignālu, takts signālu vai testa signālu ģenerācijai	Elektronisko ierīču pārbaude un mērījumu tehnika
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Elektronikas un Telekomunikāciju fakultāte	Optical Spectrum Analyzers 600 nm – 1700 nm Band (EXFO, Advantest, Anritsu) (600 nm – 1700 nm joslas EXFO, Advantest un Anritsu optiskā spektra analizatori (OSA))	Optisko signālu analīze noteiktās joslas platībās	Optisko signālu spektrālās īpašības analīze	Izmanto optiskā signāla spektrālajā analīzē	Optisko tīklu un sistēmu diagnostika

Valsts, Augstskolas un pētniecības institūta nosaukums	Pieejamo iekārtu saraksts	Ierīces Funkcija	Pielietojums	Izmantošanas Apraksts	Saistītie procesi
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Elektronikas un Telekomunikāciju fakultāte	Multifunctional Optical Chip Testing Platform (Probe Station) (Multifunkcionāla optisko čipu testēšanas platforma)	Optisko čipu testēšana un analīze	Optisko čipu testēšana un analīze	Pielietojama visa veida optisko un arī elektrisko čipu testēšanai un mērījumiem	Optoelektronisko komponentu ražošana un testēšana
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Elektronikas un Telekomunikāciju fakultāte	Laser and Broadband Light Sources 850 nm, 1310 nm, 1550 nm Band (EXFO, Agilent, Cobrite, etc.) (850 nm, 1310 nm un 1550 nm joslas lāzera un platjoslas gaismas avoti (EXFO, Agilent, Cobrite, u.c.))	Lāzera un platjoslas gaismas avotu nodrošināšana noteiktās joslas platībās	Gaismas avotu nodrošināšana optiskajām sistēmām	Izmanto optiskā starojuma ģenerācijai optisko čipu mērījumiem vai datu pārraidei, optisko komponentu mērījumiem	Optisko sakaru un sensoru tehnoloģijas
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Elektronikas un Telekomunikāciju fakultāte	Wide Operation Band Optical PIN and APD Photoreceivers (Plašas darbības joslas optiskie PIN un APD fotouzņēmēji)	Optisko signālu uztveršana dažādās darbības joslas platībās	Optisko signālu uztveršana un pārveidošana	Izmanto optiskā starojuma uztveršanai un konvertācijai uz elektrisko signālu tālākai analīzei	Optiskās sakaru sistēmas un detektoru tehnoloģijas
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Elektronikas un Telekomunikāciju fakultāte	Various Types and Bands of Focusing Optical Fibers (Dažāda tipa un darbības joslas fokusējošās optiskās šķiedras)	Fokusējošās optiskās šķiedras dažādiem mērķiem	Optiskās sakaru un sensoru tehnoloģiju pielietojumi	Izmanto precīzai optiskā starojuma ievadei optiskajā čipā	Optisko sakaru tīklu izveide un mērījumu iekārtas
Latvija, Elektronikas un Datorzinātņu Institūts	Uz programmējamiem loģikas masīviem (FPGA) balstītas prototipēšanas plates digitālo shēmu projektēšanai, pielietojumu realizācijai un specializētu saskarņu nodrošināšanai.	Prototipēšanas plates, kas balstītas uz FPGA, digitālo shēmu projektēšanai	Digitālo shēmu projektēšana un testēšana	Izmanto, lai veidotu un testētu digitālas shēmas, nodrošinot specializētas saskarnes	Elektronikas dizains, integrēto shēmu izstrāde
Latvija, Elektronikas un Datorzinātņu Institūts	Superskaitļošanas serveris pusvadītāju čipu sintēzes, simulācijas un validācijas uzdevumu risināšanai.	Superskaitļošanas serveris čipu sintēzei, simulācijai un validācijai	Pusvadītāju čipu izstrāde un pārbaude	Izmanto pusvadītāju čipu sintēzes, simulācijas un validācijas uzdevumiem	Čipu dizains, simulācija un testēšana
Latvija, Elektronikas un Datorzinātņu Institūts	Programmatūra digitālo shēmu projektēšanai un risinājumu validācijai pielietojot programmējamās loģikas masīvus, t.sk. Cadence (kā Europractice projekta biedram), Vivado (Xilinx), Quartus Prime (Altera), Modelsim (Mentor).	Programmatūra digitālo shēmu projektēšanai un validācijai, izmantojot FPGA	Digitālo shēmu izstrāde un analīze	Izmanto digitālo shēmu projektēšanai un validācijai, izmantojot FPGA	Shēmu projektēšana, simulācija un analīze
Latvija, Elektronikas un Datorzinātņu Institūts	Infrasarkano sensoru kalibrācijas rīks (DIAS Infrared Systems, PYROTHERM CS 120)	Infrasarkano sensoru kalibrācijas rīks	Sensoru kalibrācija	Izmanto infrasarkano sensoru precizitātes uzlabošanai	Sensoru tehnoloģijas, kalibrācijas procesi
Latvija, Elektronikas un Datorzinātņu Institūts	Aparatūra nepieciešama elektronikas un produktu prototipēšanai: - profesionāla maza mēroga iespiedplašu ražošanas līnija (līmēšana, kodināšana, urbšana, pick-and-place mašīna, utt.) - čipu testēšanai un prototipēšanai nepieciešamā aparatūra, t.sk. signālu ģenerātori, osciloskopi (arī GHz frekvenču diapazonam), loģikas analizatori	Aparatūra elektronikas un produktu prototipēšanai	Elektronikas izstrāde un prototipēšana	Izmanto elektronikas komponentu un produktu prototipēšanai, t.sk. PCB izgatavošanai un čipu testēšanai	Prototipēšana, komponentu ražošana un testēšana
Latvija, Elektronikas un Datorzinātņu Institūts	Uz programmējamiem loģikas masīviem (FPGA) balstītas prototipēšanas plates digitālo shēmu projektēšanai, pielietojumu realizācijai un specializētu saskarņu nodrošināšanai.	Digitālo shēmu prototipēšanas plate, kas balstīta uz programmējamiem loģikas masīviem	Digitālo shēmu projektēšana un pielietojumu izstrāde	Izmanto, lai veidotu, testētu un realizētu digitālas shēmas, nodrošinot specializētas saskarnes. Ļauj izstrādātājiem veikt shēmu izmaiņas programmējamās loģikas līmenī, ātri testēt un pielāgot dizainus.	Elektronikas dizains, shēmu prototipēšana, integrēto sistēmu izstrāde, izstrādājumu testēšana un optimizācija.

Latvijas augstskolās un pētniecības iestādēs atrodamās ierīces pārstāv dažādus pusvadītāju vērtību ķēdes posmus, tostarp materiālu izstrādi un sagatavošanu ar organisko materiālu attīrītājiem un vakuuma iztvaicēšanas kamerām, ražošanu ar litogrāfijas iekārtām un tīrām telpām, kā arī pētniecību un attīstību ar elektronu mikroskopiem un spektrometriem. Šīs ierīces atbalsta procesus, piemēram, pusvadītāju shēmu dizainu, izmantojot datorizētas projektēšanas (Computer-Aided Design - CAD) sistēmas, komponentu un sistēmu testēšanu ar osciloskopiem un spektrometriem, kā arī komponentu iepakojšanu ar lodēšanas stacijām. Tehnoloģijas ietver arī ierīces elektronisko shēmu projektēšanai un testēšanai, kas atbalsta

pusvadītāju shēmu dizainu un pārbaudi. Tomēr ir svarīgi atzīmēt, ka trūkst mērogošanas iespēju, un lai spētu nodrošināt lielāku pētījumu un komercializācijas sadarbību ar industriju, ir nepieciešams papildināt un atjaunot esošās ierīces. Šī atjaunošana un papildināšana palīdzētu veicināt inovāciju pusvadītāju tehnoloģiju jomā, precīzu materiālu un komponentu pētījumu un izstrādi, kā arī augsta līmeņa izpēti un attīstību, kas ir būtisks priekšnosacījums inovatīvu produktu un risinājumu radīšanai pusvadītāju nozarē.

Veicot analīzi, vislielākais iekārtu skaits identificēts Viļņas Universitātē. Detalizēts iekārtu uzskaitījums Baltijas augstskolu un pētniecības institūtos apkopots 1.7 tabulā.

Tabula 1.7 Iekārtu skaits Baltijas iestādēs

Valsts, Augstskolas un pētniecības institūta nosaukums	Iekārtu skaits
Igaunija, Tartu Universitāte	10
Latvija, Elektronikas un Datorzinātņu Institūts	5
Latvija, Latvijas Universitāte, Fizikas, matemātikas un optometrijas fakultātes	2
Latvija, LU ASI	3
Latvija, LU CFI	18
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Biomedicīnas inženierijas un nanotehnoloģiju institūts	4
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, Elektronikas un Telekomunikāciju fakultāte	10
Latvija, Rīgas Tehniskā Universitāte, RTU Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Lietišķās ķīmijas institūts	2
Lietuva, Kauņas Tehnoloģiju universitāte	31
Lietuva, Viļņas Universitāte	112
Kopā	197

Igaunijas augstskolās un pētniecības iestādēs esošās ierīces piedāvā plašas tehnoloģiskās iespējas pusvadītāju nozares attīstībai. Šīs ierīces ļauj veikt materiālu uzklāšanu un virsmu apstrādi, kas ir būtiski pusvadītāju ražošanā. Ražošanas procesā izmantotas ierīces ļauj izveidot precīzas mikrostruktūras, kas ir nepieciešamas pusvadītāju shēmu izveidei. Pētniecības un attīstības darbā tiek izmantotas augstas precizitātes analīzes ierīces, kas palīdz pētīt materiālus un to īpašības, kā arī ierīces, kas ļauj veidot ļoti plānas materiālu kārtas. Tāpat ir pieejamas ierīces virsmas īpašību mērīšanai, kas ir svarīgi, lai saprastu materiālu raksturojumu. Tehnoloģijas ietver arī ierīces elektronisko shēmu projektēšanai un testēšanai, kas atbalsta pusvadītāju shēmu dizainu un pārbaudi.

Lietuvā, augstskolās un pētniecības iestādēs atrodamās ierīces sniedz iespējas materiālu apstrādei, virsmu tīrīšanai un sagatavošanai, izmantojot dažādas tehnoloģijas, piemēram, ultraskaņas vannas un skābekļa-plazmas substrātu tīrītājus. Ražošanas procesā tiek izmantotas arī augstas precizitātes litogrāfijas sistēmas, kā arī materiālu iztvaikošanas ierīces, kas ļauj precīzi kontrolēt materiālu uzklāšanu un struktūru izveidi. Pētniecības un attīstības jomā Lietuvā ir pieejamas iekārtas optisko īpašību pētījumiem, tostarp spektrometri un dažāda veida lāzeri, kas ļauj veikt detalizētus materiālu un komponentu pētījumus. Tiek izmantotas arī īpašas nanolitogrāfijas sistēmas, kas ļauj izveidot precīzas nanostruktūras un mikrostruktūras, kas ir būtiskas pusvadītāju un nanotehnoloģiju nozarē. Lietuvas tehnoloģiskās iespējas ietver arī iekārtas paraugu sagatavošanai un testēšanai, kas atbalsta pusvadītāju shēmu izstrādi un analīzi. Abās valstīs pusvadītāju tehnoloģiju attīstībā liela nozīme ir pētniecības un attīstības ierīcēm, kas ļauj veikt detalizētus materiālu analīzes un testēšanas darbus, sekmējot jaunu materiālu un

tehnoloģiju izstrādi un izpēti. Ierīces sniedz iespēju veikt augsta līmeņa pētniecību un ir būtiskas, lai attīstītu pusvadītāju nozari Igaunijā un Lietuvā.

Tabula 1.8 Igaunijas un Lietuvas augstskolu un pētniecības iestāžu iekārtu saraksts

Valsts, Augstskolas un pētniecības institūta nosaukums	Pieejamo iekārtu saraksts	Ierīces funkcija	Pielietojums	Izmantošanas apraksts	Saistītie procesi
Igaunija, Tartu Universitāte	Atomic layer deposition device; (Atomārā slāņa nogulsnešanas ierīce)	Slāņu nogulsnešana	Ražošana	Izmanto nanometru biezu precīzu plēvju augšanai	Atomārā slāņa nogulsnešana (ALD)
Igaunija, Tartu Universitāte	Picosun R200 (Picosun R200)	CVD procesi	Ražošana	Izmanto metālisko un nemetālisko plēvju sagatavošanai	Ķīmiskā tvaika nogulsnešana (CVD)
Igaunija, Tartu Universitāte	Chemical Vapor Deposition (Ķīmiskā tvaika nogulsnešana (Chemical Vapor Deposition))	Materiālu nogulsnešana	Ražošana	Izmanto metālisko un nemetālisko plēvju sagatavošanai	CVD procesi
Igaunija, Tartu Universitāte	Preparing of metallic- and nonmetallic films (Platjoslas baltais gaismas kontinuuks (380–2600 nm))[Vi2]	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto optisko īpašību pētījumiem ar platjoslas gaismas avotu	Optiskie mērījumi
Igaunija, Tartu Universitāte	SmartLab diffractometer (SmartLab difraktometri)	Materiālu analīze	Pētniecība un attīstība	Izmanto kristālisko struktūru un fāžu identifikācijai	Rentgenstaru difrakcija
Igaunija, Tartu Universitāte	X-ray fluorescent spectrometer ZSX-400 (ZSX-400 rentgenfluorescences spektrometrs)	Ķīmiskā analīze	Pētniecība un attīstība	Izmanto elementārā sastāva noteikšanai	Rentgenstaru fluorescences spektroskopija
Igaunija, Tartu Universitāte	At the Cascade Microtech probe station measuring set based on MPS150 (Cascade Microtech zondēšanas stacija MPS150)	Elektriskie mērījumi	Testēšana	Izmanto pusvadītāju īpašību mērīšanai	Elektriskā un termiskā zondēšana
Igaunija, Tartu Universitāte	Spectroscopic ellipsometer GES-5E (Spektroskopiskais elipsometrs GES-5E)	Virsmas analīze	Pētniecība un attīstība	Izmanto plēvju biezuma un optisko īpašību noteikšanai	Elipsometrija
Igaunija, Tartu Universitāte	Setup for electrical and optical gas sensor characterization. (Gāzu sensoru elektrisko un optisko īpašību raksturošanas iekārta)	Sensoru testēšana	Testēšana	Izmanto gāzu sensoru efektivitātes un jutīguma mērīšanai	Sensoru raksturošana
Igaunija, Tartu Universitāte	Setup for pulsed laser deposition of thin films (Pulsētā lāzera nogulsnešanas iekārta plānām plēvēm)	Plāno plēvju nogulsnešana	Ražošana	Izmanto dažādu materiālu plāno plēvju izveidei, izmantojot pulsēto lāzeru	Lāzera nogulsnešana
Lietuva, Kauņas Tehnoloģiju universitāte	Bruker micrOTOF-QIII spectrometer (Bruker micrOTOF-QIII spektrometrs)	Analīze un kvalitātes kontrole	Pētījumi un attīstība, Kvalitātes kontrole	Izmanto, lai noteiktu vielu sastāvu un koncentrāciju pusvadītāju materiālos	Spektrometrija
Lietuva, Kauņas Tehnoloģiju universitāte	KRATOS molecular beam epitaxy system for GaAs with control (KRATOS molekulāro plūsmu epitaksijas sistēma GaAs ar vadību)	Materiālu uzklāšana	Ražošana	Izmanto GaAs (gallija arsenīda) plāksnīšu izveidošanai	Epitaksija
Lietuva, Kauņas Tehnoloģiju universitāte	Electron beam lithography, electron microscope, energy dispersive spectroscopy (Elektronu staru litogrāfija, elektronu mikroskops, enerģijas dispersijas spektroskopija)	Mikrostruktūru modelēšana un analīze	Ražošana, Kvalitātes kontrole	Izmanto mikrostruktūru izveidei un to sastāva analīzei	Litogrāfija, Mikroskopija, Spektroskopija
Lietuva, Kauņas Tehnoloģiju universitāte	3D-Computed X-ray tomography system Rayscan 250E (3D-datortomogrāfijas sistēma Rayscan 250E)	Iekšējās struktūras vizualizācija	Pētījumi un attīstība, Kvalitātes kontrole	Detalizēti izpēta pusvadītāju iekšējo struktūru	Datortomogrāfija
Lietuva, Kauņas Tehnoloģiju universitāte	Bruker Avance III 700 instrument (Bruker Avance III 700 instruments)	Magnētiskās rezonanses spektroskopija	Pētījumi un attīstība	Izmanto materiālu magnētiskās īpašības pētīšanai	NMR spektroskopija
Lietuva, Kauņas Tehnoloģiju universitāte	Bruker Avance III 400 instrument (Bruker Avance III 400 instruments)	Magnētiskās rezonanses spektroskopija	Pētījumi un attīstība	Izmanto materiālu magnētiskās īpašības pētīšanai	NMR spektroskopija
Lietuva, Kauņas Tehnoloģiju universitāte	Accelerated solvent extraction "ASE 350" TurboVap LV (Paātrinātā šķīdinātāju ekstrakcijas "ASE 350" TurboVap LV)	Ķīmisko vielu izdalīšana	Pētījumi un attīstība	Izmanto, lai no materiāliem ekstrahētu ķīmiskas vielas	Šķīdinātāju ekstrakcija
Lietuva, Kauņas Tehnoloģiju universitāte	Luminescence spectrometer Perkin Elmer LS-55 (Luminescences spektrometrs Perkin Elmer LS-55)	Materiālu optiskās īpašības	Pētījumi un attīstība	Analizē materiālu luminescences īpašības	Spektroskopija
Lietuva, Kauņas Tehnoloģiju universitāte	Polarizing microscope (Olympus BX41) with light source and hotstage (Polarizējošs mikroskops (Olympus BX41) ar gaismas avotu un karsto skatuvi)	Materiālu mikroskopiskā analīze	Pētījumi un attīstība, Kvalitātes kontrole	Izmanto, lai novērtētu kristālisko materiālu optiskās un termiskās īpašības	Mikroskopija, Termiskā analīze
Lietuva, Kauņas Tehnoloģiju universitāte	Spin Coater SPS SPIN-150 (Centrbēdzes pārklājējs SPS SPIN-150)	Pamatnes apstrāde	Ražošana	Izmanto, lai uzklātu viendabīgu materiālu kārtu uz pusvadītāju substrātiem	Centrbēdzes pārklāšana

Valsts, Augstskolas un pētniecības institūta nosaukums	Pieejamo iekārtu saraksts	Ierīces funkcija	Pielietojums	Izmantošanas apraksts	Saistītie procesi
Lietuva, Kaunas Tehnoloģiju universitāte	Nanosecond laser flash photolysis measurement system (Nanosekunžu lāzera mirkļa fotolīzes mērījumu sistēma)	Fotofizikālie mērījumi	Pētniecība un attīstība	Izmanto īslaicīgu stāvokļu dinamikas izpēti pusvadītājos	Fotolīze, lāzera mērījumi
Lietuva, Kaunas Tehnoloģiju universitāte	Mask aligner MA-750 (Masku alineris MA-750)	Litogrāfija	Ražošana	Izmanto mikrostruktūru izveidei uz pusvadītāju virsmas	Fotolitogrāfija, mikrostruktūru izveide
Lietuva, Kaunas Tehnoloģiju universitāte	Microwave plasma enhanced chemical vapor deposition system (Mikrovilņu pastiprinātas ķīmiskās tvaiku nogulsēšanas sistēma)	Materiālu nogulsēšana	Ražošana	Izmanto pusvadītāju slāņu augšanai un modifikācijai	CVD procesi, materiālu augšana
Lietuva, Kaunas Tehnoloģiju universitāte	Atomic force microscope NT-206 (Atomspēku mikroskops NT-206)	Virsmas raksturojums	Pētniecība un attīstība	Izmanto nanoizmēru objektu un virsmu topogrāfijas noteikšanai	Nanoizmēru analīze, virsmas raksturojums
Lietuva, Kaunas Tehnoloģiju universitāte	Lloyd's mirror holographic lithography setup. (Lloyd's spoguļa hologrāfiskās litogrāfijas iekārta)	Hologrāfiskā litogrāfija	Ražošana	Izmanto precīzu un smalku mikrostruktūru veidošanai	Hologrāfiskā litogrāfija, mikrostruktūru izveide
Lietuva, Kaunas Tehnoloģiju universitāte	vacuum evaporation unit (Vakuuma iztvaikošanas iekārta)	Materiālu iztvaikošana	Ražošana	Izmanto dažādu plēvju un pārklājumu veidošanai	Iztvaikošana, plēvju veidošana
Lietuva, Kaunas Tehnoloģiju universitāte	RF reactive ion etching system (RF reaktīvā jonu gravēšanas sistēma)	Jonu gravēšana	Ražošana	Izmanto pusvadītāju materiālu gravēšanai, veidojot mikrostruktūras	Jonu gravēšana, mikrostruktūru izveide
Lietuva, Kaunas Tehnoloģiju universitāte	ion etching system (Jonu gravēšanas sistēma)	Materiālu gravēšana	Ražošana	Izmanto virsmu un struktūru mikrogravēšanai	Jonu gravēšana, mikrogravēšana
Lietuva, Kaunas Tehnoloģiju universitāte	UV laser (UV lāzers)	Materiālu apstrāde	Ražošana	Izmanto materiālu mikroapstrādei un gravēšanai	Lāzergriešana, UV apstrāde
Lietuva, Kaunas Tehnoloģiju universitāte	Luminescence spectrometer FLS980 (Edinburgh instruments) (Luminescences spektrometrs FLS980 (Edinburgh instruments))	Materiālu raksturojums	Pētniecība un attīstība	Izmanto materiālu optiskās īpašības un luminescences mērīšanai	Spektroskopija, luminescence
Lietuva, Kaunas Tehnoloģiju universitāte	Mask aligner and nanoimprint lithography (Masku alineris un nanoimpresijas litogrāfija)	Nanoimpresijas litogrāfija	Ražošana	Izmanto nanoskalas mikrostruktūru izveidei	Nanoimpresijas litogrāfija, mikrostruktūru izveide
Lietuva, Kaunas Tehnoloģiju universitāte	Thermal evaporation system integrated into the glove-box (ermiskās iztvaikošanas sistēma, integrēta cimdū kastē)	Materiālu iztvaikošana	Ražošana	Izmanto tīru materiālu iztvaikošanai aizsargātā vidē	Iztvaikošana
Lietuva, Kaunas Tehnoloģiju universitāte	Universal optical spectroscopy and laser microfabrications system (Universālā optiskā spektroskopija un lāzeru mikrofabrikācijas sistēma)	Spektroskopija un mikrofabrikācija	Pētniecība un attīstība	Izmanto materiālu optisko īpašību mērīšanai un precīzu mikrostruktūru izgatavošanai	Optiskā spektroskopija, lāzeru mikrofabrikācija
Lietuva, Kaunas Tehnoloģiju universitāte	Electron beam lithography, electron microscopy and surface analysis system e-LiNE plus (Raith, Germany, 2013) (Elektronu staru litogrāfija, elektronu mikroskopija un virsmas analīzes sistēma e-LiNE plus (Raith, Vācija, 2013))	Litogrāfija un virsmas analīze	Ražošana	Izmanto mikro un nanoskopisko virsmu raksturošanai un mikrostruktūru izveidei	Elektronu staru litogrāfija, elektronu mikroskopija
Lietuva, Kaunas Tehnoloģiju universitāte	Alignment and exposure system OAI Model 204 (SPS, Holand, 2014) (Novietošanas un ekspozīcijas sistēma OAI Model 204 (SPS, Holande, 2014))	Litogrāfijas procesi	Ražošana	Izmanto mikroshēmu izstrādājumu novietošanai un apstrādei	Litogrāfija, izkārtojuma ieviešana
Lietuva, Kaunas Tehnoloģiju universitāte	Langmuir-Blodgett bath (Langmuira-Blodžeta vanna)	Virsmas pārklājumu izveide	Pētniecība un attīstība	Izmanto monomolekulāru kārtu veidošanai uz šķidrums virsmas	Virsmas inženierija, materiālu zinātne
Lietuva, Kaunas Tehnoloģiju universitāte	Laser manufacturing and kinetic spectroscopy system FemtoLab (R&D Altechna, Lithuania, 2013) (Lāzeru ražošanas un kinētiskās spektroskopijas sistēma FemtoLab (R&D Altechna, Lietuva, 2013))	Ražošana un spektroskopija	Pētniecība un attīstība	Izmanto, lai ražotu lāzeru komponentus un veiktu kinētiskās spektroskopijas analīzi	Lāzeru tehnoloģija, spektroskopija
Lietuva, Kaunas Tehnoloģiju universitāte	Microstamps fabrication equipment MSM-1 (Mikrozīmogu izgatavošanas iekārta MSM-1)	Mikrostruktūru izveide	Ražošana	Izmanto mikrostruktūru un zīmogu izgatavošanai	Mikro un nanoimpronta litogrāfija
Lietuva, Kaunas Tehnoloģiju universitāte	Laser marking system RY-F30 (Lāzeru marķēšanas sistēma RY-F30)	Marķēšana	Ražošana	Izmanto, lai marķētu dažādus materiālus ar lāzeru	Lāzergravēšana, produktu marķēšana
Lietuva, Kaunas Tehnoloģiju universitāte	Spectroscopic ellipsometer GES-5 (Semilab, Hungary, 2013) (Spektroskopiskais elipsometrs GES-5 (Semilab, Ungārija, 2013))	Materiālu raksturojums	Pētniecība un attīstība	Izmanto, lai noteiktu materiālu optiskās un fizikālās īpašības	Elipsometrija, optiskā raksturošana
Lietuva, Kaunas Tehnoloģiju universitāte	Laser ellipsometer Gaertner L-115 (Lāzeru elipsometrs Gaertner L-115)	Materiālu raksturojums	Pētniecība un attīstība	Izmanto plāno kārtu un pārklājumu optiskās īpašību mērīšanai	Elipsometrija, optiskā analīze
Lietuva, Viļņas Universitāte	The in-house equipment allows the formation of the layers from solutions, thermal and vacuum thermal evaporation and CVD plasma	Materiālu nogulsēšana	Ražošana	Ļauj veidot slāņus no šķīdumiem, termiskās un vakuuma termiskās iztvaikošanas un CVD	CVD procesi, termiskā iztvaikošana

Valsts, Augstskolas un pētniecības institūta nosaukums	Pieejamo iekārtu saraksts	Ierīces funkcija	Pielietojums	Izmantošanas apraksts	Saistītie procesi
	technology. (Iekšējā aprīkojuma slāņu veidošanai)			plazmas tehnoloģijas izmantošanai	
Lietuva, Viļņas Universitāte	Thin-layer structure studies are performed using optical and atomic force microscopes as well as a small-angle X-ray spectrometer (Plāno kārtu struktūras pētījumi)	Struktūras analīze	Pētniecība un attīstība	Izmanto optisko un atomspēku mikroskopiju, kā arī mazo leņķu rentgenstaru spektrometru	Mikroskopija, rentgenstaru spektroskopija
Lietuva, Viļņas Universitāte	Electrical and photoelectric properties are investigated by TOF, CELIV and other methods. (Elektrisko un fotoelektrisko īpašību pētījumi)	Īpašību analīze	Pētniecība un attīstība	Pēta materiālu elektriskās un fotoelektriskās īpašības, izmantojot TOF, CELIV un citas metodes	Elektriskās un fotoelektriskās īpašības
Lietuva, Viļņas Universitāte	Sample and device preparation. Fume hoods and all necessary equipment for cleaning of the substrates and preparation of the solutions, glovebox for the sample preparation under inert atmosphere and equipment for the thermal evaporation under vacuum. Complete setups for time of flight, double injection, space charge limited current and charge carriers extraction by linearly increasing voltages techniques (Nd:YAG laser, tuneable wavelength laser, cryostats, memory oscilloscopes, etc.). Solar simulator with two channels voltage-current source meter for solar cells and field effect characterisation. (Paraugu un ierīču sagatavošana)	Paraugu sagatavošana	Pētniecība un attīstība	Izmanto fumēšanas skapjus un citas iekārtas substrātu tīrīšanai un šķīdumu sagatavošanai, glovebox paraugu sagatavošanai inerta atmosfērā un iekārtas termiskai iztvaikošanai vakuuma apstākļos	Substrātu tīrīšana, šķīdumu sagatavošana
Lietuva, Viļņas Universitāte	Thin-layer spray device (Plāno kārtu smidzināšanas ierīce)	Materiālu uzklāšana	Ražošana	Izmanto plāno kārtu uzklāšanai uz substrātiem	Plāno kārtu smidzināšana
Lietuva, Viļņas Universitāte	Programmable UV electron spectrometer for investigation of ionization potential of organic semiconductor layer (Programmējams UV elektronu spektrometrs)	Materiālu analīze	Pētniecība un attīstība	Izmanto organisko pusvadītāju slāņu jonizācijas potenciāla izpētei	Elektronu spektroskopija
Lietuva, Viļņas Universitāte	Cylindrical photoreceptor testing equipment, which examines charge transfer and photoreceptor cycling by simulating the operation of a copying or printing device (Cilindriskā fotoreceptora testēšanas iekārta)	Fotoreceptora testēšana	Testēšana	Izmanto lādiņu pārvietošanas un fotoreceptora ciklēšanas pētījumiem, simulējot kopētāja vai printeru darbību	Fotoreceptora testēšana
Lietuva, Viļņas Universitāte	A group-developed slow-electron counter used to study the energy levels of organic photoconductors and the electron emission spectrum of a photoconductor (Grupas izstrādāta lēna elektronu skaitītāja iekārta)	Materiālu analīze	Pētniecība un attīstība	Izmanto organisko fotoizvadītu staru enerģijas līmeņu un elektronu emisijas spektra pētījumiem	Fotoizvadstaru spektroskopija
Lietuva, Viļņas Universitāte	Light source characterization system with integrating sphere (LabSphere), spectrometer (Avantes), power supply (Keithley) and temperature control; (Gaismas avota raksturošanas sistēma)	Gaismas avota analīze	Pētniecība un attīstība	Ietver integrējošo sfēru (LabSphere), spektrometru (Avantes), barošanas avotu (Keithley) un temperatūras kontroli	Gaismas avota raksturošana
Lietuva, Viļņas Universitāte	Pulsed power supply (Keithley) (Pulsējošs barošanas avots (Keithley))	Barošanas nodrošinājums	Pētniecība un attīstība	Izmanto dažādu pētījumu veikšanai, nodrošinot precīzu un regulējamu barošanu	Eksperimentālā barošana
Lietuva, Viļņas Universitāte	AvaSpec-ULS2048LTEC spectrometer (Avantes) (AvaSpec-ULS2048LTEC spektrometrs (Avantes))	Materiālu analīze	Pētniecība un attīstība	Izmanto materiālu spektrālās īpašības noteikšanai	Spektroskopija
Lietuva, Viļņas Universitāte	Diffuse reflection measurement sphere AvaSphere-50-LS-HAL-CAL (Avantes) (Diffūzās atstarošanas mērījumu sfēra AvaSphere-50-LS-HAL-CAL (Avantes))	Materiālu analīze	Pētniecība un attīstība	Izmanto, lai mērītu materiālu diffūzo atstarošanu	Optiskā spektroskopija
Lietuva, Viļņas Universitāte	Calibration lamp (AvaLight-HAL-Mini (Avantes)) (Kalibrēšanas lampa AvaLight-HAL-Mini (Avantes))	Instrumentu kalibrēšana	Pētniecība un attīstība	Izmanto optisko instrumentu kalibrēšanai	Instrumentu kalibrēšana
Lietuva, Viļņas Universitāte	Optical setup for PL and quantum efficiency measurements (Optiskā iekārta PL un kvantu efektivitātes mērījumiem)	Fotoluminescences mērījumi	Pētniecība un attīstība	Izmanto, lai noteiktu materiālu fotoluminescences un kvantu efektivitāti	Fotoluminescences mērījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Liquid nitrogen cryostat (Cryo Industries) (Šķidrā slāpekļa kriostats (Cryo Industries))	Paraugu temperatūras kontrole	Pētniecība un attīstība	Izmanto, lai saglabātu zemas temperatūras paraugu analīzei	Zemas temperatūras eksperimenti
Lietuva, Viļņas Universitāte	Climate camera (Klimata kamera)	Vides simulācija	Pētniecība un attīstība	Izmanto, lai simulētu dažādas vides apstākļus paraugu testēšanai	Vides testēšana
Lietuva, Viļņas Universitāte	CNC mill (Roland Model 4 MDX-40) (CNC frēzmašīna (Roland Model 4 MDX-40))	Materiālu apstrāde	Ražošana	Izmanto, lai veiktu precīzu materiālu	CNC frēzēšana

Valsts, Augstskolas un pētniecības institūta nosaukums	Pieejamo iekārtu saraksts	Ierīces funkcija	Pielietojums	Izmantošanas apraksts	Saistītie procesi
				frēzēšanu un prototipēšanu	
Lietuva, Viļņas Universitāte	soldering station (Lodēšanas stacija)	Elektronisko komponentu montāža	Ražošana	Izmanto, lai lodētu un montētu elektroniskos komponentus	Lodēšana
Lietuva, Viļņas Universitāte	soldering oven. (Lodēšanas krāsns)	Elektronisko komponentu montāža	Ražošana	Izmanto, lai vienmērīgi lodētu plašākas elektroniskās ierīces	Lodēšanas procesi
Lietuva, Viļņas Universitāte	AIXTRON Ltd. CCS 3x2" metalorganic chemical vapor deposition reactor; (AIXTRON Ltd. CCS 3x2" metalorganiskā ķīmiskā tvaika nogulsnešanas reaktors)	Materiālu nogulsnešana	Ražošana	Izmanto augstas kvalitātes plāno kārtu izveidei, izmantojot metalorganiskās ķīmiskās tvaika nogulsnešanas procesu	MOCVD procesi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Reactive ion etching Oxford RIE - Plasmalab System100; (Reaktīvās jonu gravēšanas iekārta Oxford RIE - Plasmalab System100)	Gravēšana	Ražošana	Izmanto precīzai materiālu noņemšanai, izmantojot plazmas tehnoloģiju	Reaktīvā jonu gravēšana
Lietuva, Viļņas Universitāte	Rapid thermal annealing; (Ātrā termiskā apstrāde)	Materiālu apstrāde	Ražošana	Izmanto, lai ātri paaugstinātu materiālu temperatūru, uzlabojot to īpašības	Termiskā apstrāde
Lietuva, Viļņas Universitāte	Clean room (80 m2); (Tīrā telpa (80 m2))	Ražošanas vides nodrošināšana	Ražošana	Nodrošina kontrolētu vidi pusvadītāju ražošanas procesiem	Tīrās telpas tehnoloģija
Lietuva, Viļņas Universitāte	Stencil lithography; (Šablonu litogrāfija)	Mikrostruktūru izveide	Ražošana	Izmanto, lai izveidotu mikrostruktūras, izmantojot šablonu tehniku	Šablonu litogrāfija
Lietuva, Viļņas Universitāte	Fume hood; Distilled, deionized water station. (Fumēšanas skapis; Destilētas, deionizētas ūdens stacija)	Drošības un tīrības pasākumi	Visos posmos	Izmanto drošai ķīmisko vielu un gāzu manipulācijai; nodrošina destilētu, deionizētu ūdeni	Drošības pasākumi, ūdens attīrīšana
Lietuva, Viļņas Universitāte	Distilled, deionized water station. (Destilētas, deionizētas ūdens stacija)	Tīrības procesi	Visos posmos	Nodrošina destilētu, deionizētu ūdeni laboratorijas vajadzībām	Ūdens attīrīšana, tīrības process
Lietuva, Viļņas Universitāte	CamScan Apollo 300 electronic microscope with EDX (X-Max (Oxford Instr.) and EBIC (Gatan) add-ons. (Elektronu mikroskops CamScan Apollo 300 ar EDX)	Materiālu analīze	Pētniecība un attīstība	Izmanto materiālu mikrostruktūras un ķīmiskā sastāva analīzei	Elektronu mikroskopija, EDX analīze
Lietuva, Viļņas Universitāte	Conductive coatings deposition setup Quarum Q150T. (Vadošo pārklājumu uzklāšanas iekārta Quarum Q150T)	Materiālu uzklāšana	Ražošana	Izmanto vadošo pārklājumu izveidei uz paraugiem	Pārklājumu izveide
Lietuva, Viļņas Universitāte	Hall measurement setup Ecopia HMS-3000. (Halla mērījumu iekārta Ecopia HMS-3000)	Elektriskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto materiālu elektriskās īpašības mērīšanai	Holla efekta mērījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	4-probe testing setup Jandel with RM3000. (4-probu testēšanas iekārta Jandel ar RM3000)	Elektriskie mērījumi	Pētniecība un attīstība	Izmanto elektriskās pretestības un citu parametru mērīšanai	4-probu mērīšana
Lietuva, Viļņas Universitāte	Mechanical polishing station Struers LaBoPol. (Mehāniskās pulēšanas stacija Struers LaBoPol)	Materiālu apstrāde	Ražošana	Izmanto materiālu virsmu pulēšanai un sagatavošanai	Mehāniskā pulēšana
Lietuva, Viļņas Universitāte	Optical microscope Olympus BX51. (Optiskais mikroskops Olympus BX51)	Materiālu analīze	Pētniecība un attīstība	Izmanto materiālu mikrostruktūras vizualizācijai	Optiskā mikroskopija
Lietuva, Viļņas Universitāte	Optical stereomicroscope Olympus. (Optiskais stereomikroskops Olympus)	Materiālu analīze	Pētniecība un attīstība	Izmanto lielāka apjoma paraugu vizualizācijai	Stereomikroskopija
Lietuva, Viļņas Universitāte	Pump-probe experimental set-up (picosecond PL2143 EKSPLA laser, optical-parametric generator PG401 EKSPLA). (Pumpas-probes eksperimentālā iekārta)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto optisku īpašību pētījumiem ar pikosekunžu lāzeriem	Ierosināto stāvokļu pētījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	PL setup (Princeton Instr. Acton2300 monochromator with CCD camera, excitation – 405 nm cw laser or n-th harmonic of a picosecond Nd:YAG laser). (PL iekārta (Princeton Instr. Acton2300 monohromators ar CCD kameru))	Materiālu analīze	Pētniecība un attīstība	Izmanto fotoluminescences mērījumiem ar 405 nm pastāvīgo lāzeru vai pikosekunžu Nd:YAG lāzera n-tās harmonikas izmantošanu	Fotoluminescences mērījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Optical poling setup (ns Nd:YAG laser). (Optiskās orientēšanas iekārta (ns Nd:YAG lāzers))	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto optiskajai materiālu orientēšanai, izmantojot nanosekunžu Nd:YAG lāzeru	Optiskā orientēšana

Valsts, Augstskolas un pētniecības institūta nosaukums	Pieejamo iekārtu saraksts	Ierīces funkcija	Pielietojums	Izmantošanas apraksts	Saistītie procesi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Chemical lab for the organic layer preparation. (Ķīmiskā laboratorija organisko slāņu sagatavošanai)	Materiālu izstrāde	Ražošana	Nodrošina nepieciešamo infrastruktūru organisko slāņu sagatavošanai	Organisko slāņu izstrāde
Lietuva, Viļņas Universitāte	Closed-cycle helium cooling system (10-300 K). (Slēgta cikla hēlija dzesēšanas sistēma (10-300 K))	Temperatūras kontrole	Pētniecība un attīstība	Izmanto zemu temperatūru nodrošināšanai eksperimentos	Zemas temperatūras pētījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Femtosecond KGW:Yb laser PHAROS (6W@30KHz, 200 fs, 1030 nm, Light Conversion); (Femtosekunžu KGW:Yb lāzers PHAROS)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto optiskiem pētījumiem ar femtosekunžu lāzeru	Femtosekunžu lāzera pētījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	2x optical parametric oscillators Orpheus (630–2500 nm, Light Conversion); (2x optiskie parametriskie oscilatori Orpheus)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Nodrošina maināmu viļņu garumu diapazonu no 630 līdz 2500 nm	Optiskie pētījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	II-harmonics generator LYRA (Light Conversion); (II-harmoniku ģenerators LYRA)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto, lai radītu otro harmoniku gaismas viļņiem	Optiskās īpašības
Lietuva, Viļņas Universitāte	Excitation wavelengths: 310–2500 nm. ()	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto optisko īpašību pētījumiem ar dažādiem viļņu garumiem	Optiskie mērījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Pump-probe spectrometer HARPIA (Light Conversion); (Pumpas-probes spektrometrs HARPIA)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto dinamiskajiem optiskajiem pētījumiem	Optiskie pētījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Wide spectrum white light continuum probe (380–2600 nm); ()	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto optisko īpašību pētījumiem ar platjoslas gaismas avotu	Optiskie mērījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Probe delay of up to 1.5 ns; (Probes aizkave līdz 1.5 ns)	Laika izšķirtspēja	Pētniecība un attīstība	Izmanto, lai noteiktu optisko signālu aizkavi laikā	Laika izšķirtspējas mērījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Wide spectrum probe detection in UV-Vis-IR (250-1200 nm) and IR (1100-2600 nm) regions; Time-resolved: ~300 fs resolution. (Platjoslas probes detektēšana UV-Vis-IR (250-1200 nm) un IR (1100-2600 nm) diapazonos)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto UV, redzamā un infrasarkanā spektra optisko īpašību mērījumiem	Optiskie mērījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Photoelectron (streak) camera Hamamatsu C10627; PL detection range: 250-900 nm; (Fotoelektronu (strīk) kamera Hamamatsu C10627)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto, lai detektētu fotoelektronus	Fotoelektronu detektēšana
Lietuva, Viļņas Universitāte	Temporal resolution: ~10 ps. Time-correlated single photon counting module (TCSPC) Pico Harp-300. Liquid nitrogen cryostat for low-temperature measurements (77–300 K). (Temporālā izšķirtspēja: ~10 ps)	Laika izšķirtspējas mērījumi	Pētniecība un attīstība	Izmanto, lai veiktu ātrus laika izšķirtspējas mērījumus	Laika izšķirtspējas optiskie mērījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	iCCD Andor New iStar DH340T camera (spectral range 180-850 nm, temporal resolution: 2.2 ns); (TCSPC modulis Pico Harp-300)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto fotona skaitīšanai, saistītu ar laiku	Fotona skaitīšana
Lietuva, Viļņas Universitāte	Nd:YAG picosecond laser Ekspla PL2140 (1054, 532, 355, 266, 213 nm; pulse duration ~25 ps, 10 Hz repetition rate); (Nd:YAG pikosekunžu lāzers Ekspla PL2140)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto, lai radītu pulsus ar dažādiem viļņu garumiem pikosekunžu diapazonā	Optiskie pētījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Nd:YAG optical parametric oscillator EKSPALA NT242 (210 – 2600 nm; pulse duration 6 ns, 1 kHz repetition rate); (Nd:YAG optiskais parametriskais oscilators EKSPALA NT242)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto, lai radītu pulsus ar plašu viļņu garumu diapazonu	Optiskie pētījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Closed-cycle helium cryostat Cryo Industries 204 N (8-350K); (Slēgta cikla hēlija kriostats Cryo Industries 204 N)	Temperatūras kontrole	Pētniecība un attīstība	Izmanto, lai veiktu eksperimentus zemās temperatūrās	Zemas temperatūras pētījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Multi-channel photonic analyzer Hamamatsu PMA-12 (spectral range 200-950 nm) with an integrating sphere (Sphere Optics). (Dažkanālu fotonu analizators Hamamatsu PMA-12)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto, lai veiktu optiskos mērījumus plašā spektrālā diapazonā	Optiskie mērījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	UV-ozone cleaner NOVASCAN PSDP-UV4T; (UV-ozona tīrītājs NOVASCAN PSDP-UV4T)	Virsmas tīrīšana	Ražošana	Izmanto virsmu tīrīšanai, izmantojot UV un ozonu	Virsmas apstrāde
Lietuva, Viļņas Universitāte	Scales SARTORIUS AG CPA26P (weighing range 0.0002-21 g, step value 0.002 mg, repeatability 0.004 mg); (Svari SARTORIUS AG CPA26P)	Precīza svēršana	Ražošana	Izmanto materiālu precīzai svēršanai laboratorijā	Materiālu svēršanai
Lietuva, Viļņas Universitāte	Laurell WS-650 spin-coater; (Laurell WS-650 spin-coater)	Materiālu uzklāšana	Ražošana	Izmanto, lai vienmērīgi pārklātu substrātus ar šķidru materiālu	Centrifugālā pārklāšana
Lietuva, Viļņas Universitāte	Organic material purifier CreaPhys DSU-20; (Organisko materiālu attīrītājs CreaPhys DSU-20)	Materiālu attīrīšana	Ražošana	Izmanto organisko materiālu attīrīšanai	Organisko materiālu attīrīšana

Valsts, Augstskolas un pētniecības institūta nosaukums	Pieejamo iekārtu saraksts	Ierīces funkcija	Pielietojums	Izmantošanas apraksts	Saistītie procesi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Cyclic voltammetry device eDAQ Potentiostat 466; (Cikliskās voltammetrijas iekārta eDAQ Potentiostat 466)	Elektroķīmiskā analīze	Pētniecība un attīstība	Izmanto elektroķīmiskajiem mērījumiem un analīzei	Cikliskā voltammetrija
Lietuva, Viļņas Universitāte	Mettler Toledo DSC 1 differential scanning calorimetry device; (Diferenciālās skenējošās kalorimetrijas iekārta Mettler Toledo DSC 1)	Materiālu analīze	Pētniecība un attīstība	Izmanto materiālu termiskās īpašības mērīšanai	Diferenciālā skenējošā kalorimetrija
Lietuva, Viļņas Universitāte	UV-VIS-NIR spectrometer Perkin Elmer Lambda 950 with integrating sphere (spectral range 175 - 3300 nm). Absorption, transmittance and reflection measurement modes. (UV-VIS-NIR spektrometrs Perkin Elmer Lambda 950)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto absorbcijas, caurlaidības un atstarošanas režīmos optisko īpašību mērīšanai	UV-VIS-NIR spektroskopija
Lietuva, Viļņas Universitāte	Inert environment GLOVE-BOX system (mBraun) with integrated equipment: (Inerta vides GLOVE-BOX sistēma (mBraun) ar integrētu aprīkojumu)	Materiālu aizsardzība	Ražošana	Nodrošina inertu vidi materiālu aizsardzībai no gaisa un mitruma, izmantojot cimdskapi	Materiālu aizsardzība, inertā vide
Lietuva, Viļņas Universitāte	8-source organic material vacuum evaporation chamber; (8-avotu organisko materiālu vakuuma iztvaicošanas kamera)	Materiālu uzklāšana	Ražošana	Izmanto organisko materiālu precīzai iztvaikošanai	Materiālu iztvaikošana,
Lietuva, Viļņas Universitāte	4-source metal vacuum evaporation chamber; (4-avotu metāla vakuuma iztvaicošanas kamera)	Materiālu uzklāšana	Ražošana	Izmanto metālu precīzai iztvaikošanai	Materiālu iztvaikošana
Lietuva, Viļņas Universitāte	Vacuum substrate transport chamber with an automated manipulator; (Vakuuma substrātu pārvadāšanas kamera)	Materiālu apstrāde	Ražošana	Izmanto pamatnes pārvietošanai vakuuma apstākļos	Paraugu un pamatnes pārvadāšana
Lietuva, Viļņas Universitāte	Automatic device encapsulation equipment; (Automātiskā ierīču hermetizācijas iekārta)	Ierīču montāža	Ražošana	Izmanto ierīču hermetizēšanai	Ierīču hermetizēšana
Lietuva, Viļņas Universitāte	UV-A lamp (mBraun); (UV-A lampa (mBraun))	Virsmas apstrāde	Ražošana	Izmanto virsmas apstrādei ar UV-A gaismu	UV apstrāde
Lietuva, Viļņas Universitāte	UV-Ozone substrate cleaner (mBraun); (UV-ozona substrātu tīrītājs (mBraun))	Virsmas tīrīšana	Ražošana	Izmanto substrātu tīrīšanai ar UV un ozonu	UV-ozona tīrīšana
Lietuva, Viļņas Universitāte	Spin-coater (mBraun); (Spin-coater (mBraun))	Materiālu uzklāšana	Ražošana	Izmanto, lai vienmērīgi pārklātu pamatni ar šķidru materiālu	Centrifugālā pārklāšana
Lietuva, Viļņas Universitāte	Vacuum annealing furnace (Renggli); (Vakuuma izturēšanas krāsns (Renggli))	Materiālu apstrāde	Ražošana	Izmanto materiālu termiskai apstrādei vakuuma apstākļos	Termiskā apstrāde
Lietuva, Viļņas Universitāte	Weighing scales (Mettler Toledo). (Svari (Mettler Toledo))	Precīza svēršanai	Ražošana	Izmanto materiālu precīzai svēršanai laboratorijā	Materiālu svēršanai
Lietuva, Viļņas Universitāte	Oxygen-plasma substrate cleaner Zepto (Diener electronic); (Skābekļa-plazmas substrātu tīrītājs Zepto (Diener electronic))	Virsmas tīrīšana	Ražošana	Izmanto substrātu tīrīšanai ar skābekļa plazmu	Plazmas tīrīšana
Lietuva, Viļņas Universitāte	Steady-state and time-resolved spectroscopy equipment FLS980 (Edinburgh Instruments); (Pastāvīga un laika izšķirta spektroskopijas iekārta FLS980 (Edinburgh Instruments))	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto optisko īpašību pētījumiem	Spektroskopija
Lietuva, Viļņas Universitāte	Fume hoods (Flores Valles); (Fumēšanas skapis (Flores Valles))	Drošības pasākumi	Visos posmos	Nodrošina drošu vidi ķīmisku vielu manipulācijai	Drošības pasākumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Distilled water station (Millipore); (Destilēta ūdens stacija (Millipore))	Tīrīšanas procesi	Visos posmos	Nodrošina destilētu ūdeni laboratorijas vajadzībām	Ūdens attīrīšana
Lietuva, Viļņas Universitāte	OLED device current-voltage and photometric characteristics analyzer (Orb Optronix). (OLED ierīces strāvas-sprieguma un fotometrisko īpašību analizators (Orb Optronix))	Elektriskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto OLED ierīču elektrisko un fotometrisko īpašību analīzei	OLED analīze
Lietuva, Viļņas Universitāte	Femtosecond KGW:Yb laser PHAROS (6W@30KHz, 200 fs, 1030 nm, Light Conversion); (Femtosekunžu KGW:Yb lāzers PHAROS)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto optiskiem pētījumiem ar femtosekunžu lāzeru	Optiskie pētījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Two optical parametric amplifiers Orpheus (630–2500 nm, Light Conversion); (Divi optiskie parametriskie pastiprinātāji Orpheus)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Nodrošina maināmu viļņu garumu diapazonu	Optiskie pētījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Time-resolved monochromatic/polychromatic optical pump-probe (PP) setup (Laika izšķirta monohromātiska/polihromātiska optiskā iekārta)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto laika izšķirti optiskiem pētījumiem	Optiskie pētījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	LITG setup (LITG iekārta)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto luminiscences pētījumiem	Luminiscences pētījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Luminescence up-conversion setup (Luminescences upkonversijas iekārta)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto augstāka enerģijas līmeņa gaismas radīšanai no zemāka enerģijas līmeņa gaismas	Augšup-pārveidotā luminescence

Valsts, Augstskolas un pētniecības institūta nosaukums	Pieejamo iekārtu saraksts	Ierīces funkcija	Pielietojums	Izmantošanas apraksts	Saistītie procesi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Becker&Hickl Time-correlated single photon counting (TCSPC) system (spectral range 200–1700 nm, time resolution 200 ps) with Andor Kymera 193i spectrometer; (Becker&Hickl laika izšķirta vienfotona skaitīšanas sistēma)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto optisko īpašību pētījumiem ar augstu laika izšķirtspēju	Laika izšķirta spektroskopija
Lietuva, Viļņas Universitāte	6-inch integrating sphere with BaSO ₄ coating for absorption and reflection measurements; (6 collu integrējošā sfēra ar BaSO ₄ pārklājumu)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto absorbcijas un atstarošanas mērījumiem	Optiskie mērījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Avantes Avaspec-2048 StarLine spectrometer (UV enhanced Si sensor); (Avantes Avaspec-2048 StarLine spektrometrs)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto optisko īpašību mērīšanai UV diapazonā	UV spektroskopija
Lietuva, Viļņas Universitāte	Closed-cycle helium cryostat (10 – 300 K) (Slēgta cikla hēlija kriostats)	Temperatūras kontrole	Pētniecība un attīstība	Izmanto zemu temperatūru nodrošināšanai eksperimentos	Pētījumi zemās temperatūrās
Lietuva, Viļņas Universitāte	Liquid nitrogen cryostat (78 – 800 K); (Šķidrā slāpekļa kriostats)	Temperatūras kontrole	Pētniecība un attīstība	Izmanto zemu temperatūru nodrošināšanai augstākā temperatūras diapazonā	Pētījumi zemās temperatūrās
Lietuva, Viļņas Universitāte	Ultrasonic bath, pressurized nitrogen gas and other accessories for sample preparation. (Ultraskaņas vanna, presēts slāpekļa gāze un citi piederumi paraugu sagatavošanai)	Paraugu sagatavošana	Ražošana	Izmanto dažādiem paraugu sagatavošanas procesiem	Paraugu sagatavošana
Lietuva, Viļņas Universitāte	High power Nd:YAG (PL2143, EKSPLA), Nd:YLF (PL2243, EKSPLA) lasers with harmonics (1053, 527, 351, 266, 213 nm) and 25 ps or 8 ps pulse durations, respectively. (Jaudīgs Nd:YAG lāzers)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto dažādu viļņu garumu un impulsu ilgumu radīšanai	Optiskie pētījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Optical parametric generator PG401 (EKSPLA), wavelength tunable in 400-2000 nm range. (Optiskais parametrisksais ģenerators PG401)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto maināma viļņu garuma staru radīšanai	Optiskie pētījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	NL202 (EKSPLA) laser (1064, 532, 355) with 2 ns pulse duration. (NL202 lāzers)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto ilgāka impulsu ilguma staru radīšanai	Optiskie pētījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Telecommunication 1550 nm single mode cw-laser (Eblana Photonics Ltd) for monitoring of slow processes (> 0.2 ns). (Telekomunikāciju lāzers)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto lēnu procesu novērošanai	Optiskie pētījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	High power 5 nanosecond Nd:YAG laser (1064, 532, 800, 1300 nm). (Jaudīgs 5 nanosekunžu Nd:YAG lāzers)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto optiskajiem pētījumiem ar dažādiem viļņu garumiem	Lāzera pētījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Precise temperature control CTI-CRYOGENICS cryostat (80 - 800 K temperature range). (Precīza temperatūras kontroles kriostats CTI-CRYOGENICS)	Temperatūras kontrole	Pētniecība un attīstība	Izmanto eksperimentiem zemās temperatūrās	Zemas temperatūras pētījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Microwave generator (6,11 GHz), digital storage oscilloscopes (0.35, 6 GHz), waveguides, ultrafast photodetectors (Thorlabs DET08 5 GHz bandwidth, Alphalas 2 GHz), energy meters. (Mikrovilņu ģenerators)	Elektroniskie mērījumi	Pētniecība un attīstība	Izmanto mikrovilņu ražošanai un mērījumiem	Mikrovilņu tehnoloģija
Lietuva, Viļņas Universitāte	Optical delay lines (from 10 ps to 12 ns; Standa, Aerotech ACT115DL). (Optiskās aizkaves līnijas)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto optisko signālu aizkavi	Optiskie mērījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Highland technology P400 digital delay and pulse generator, <10 ps jitter, 1 ps resolution. Delay generator PG-874. (Digitālais aizkaves un impulsu ģenerators)	Elektroniskie mērījumi	Pētniecība un attīstība	Izmanto precīzu elektronisko signālu ģenerēšanai	Elektroniskie mērījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Integrating sphere 6 inch (AvaSphere-150), for quantum efficiency measurements, thermoelectrically cooled compact waveguide spectrometer ASEQ Instruments LR1-T (200-1100 nm). (Integrējošā sfēra)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto kvantu efektivitātes mērījumiem	Optiskie mērījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Broad wavelength imaging 500 cm focal length two-port monochromator-spectrograph (185-3000 nm) SOLAR TII MS520i with thermoelectrically cooled silicon camera (DHYANA400BSI V2 200-1100 nm) and InGaAs camera (NIT, 900-1600 nm). (Monohromators-spektrografs)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto plaša diapazona optiskajiem mērījumiem	Optiskie mērījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Xenon light source (Hamamatsu 75 W super quiet xenon lamp with supply C12122-020-57-C3) in 200-2000 nm range, monochromators coupling (MDP-4, SOL SL100). (Ksenona gaismas avots)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto plaša spektra gaismas avotu	Optiskie mērījumi

Valsts, Augstskolas un pētniecības institūta nosaukums	Pieejamo iekārtu saraksts	Ierīces funkcija	Pielietojums	Izmantošanas apraksts	Saistītie procesi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Sourcemeter (Keithley 2401), programmable power supply HYELEC. (Barošanas avots)	Elektroniskie mērījumi	Pētniecība un attīstība	Izmanto elektronisko ierīču barošanai	Elektroniskie mērījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Sample polishing machine (UNIPOL-300), microscope. (Paugu pulēšanas mašīna)	Materiālu apstrāde	Ražošana	Izmanto paraugu virsmu apstrādei	Materiālu apstrāde
Lietuva, Viļņas Universitāte	Proprietary setup for investigation of functional properties of LEDs and solar simulators: (Īpaši izstrādāta iekārta LED un saules simulatoru pētījumiem)	Funkcionālo īpašību pētījumi	Pētniecība un attīstība	Izmanto LED un saules simulatoru īpašību analīzei	LED un saules simulatoru analīze
Lietuva, Viļņas Universitāte	Programmable power supplies: up to 6 channels, up to 56 V, 4 A (TTi QL564TP). (Programmējami barošanas avoti)	Elektroniskie mērījumi	Pētniecība un attīstība	Izmanto LED un saules simulatoru barošanai	Elektroniskie mērījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Available sensors: Avantes AvaSpec 2048 spectrometer with a cosine corrector and fiber adapters, photodiodes, compact c-Si and a-Si solar cells; (Sensori (spektrometri, fotodiodi))	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto optisko īpašību un starojuma mērījumiem	Optiskie mērījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Computer-controlled high-precision 2D stages (Standa 8MT195 and 8MT295) enabling irradiance and spectral irradiance measurements within an area of up to 300 × 300 mm ² ; (Datorizēti 2D skatuves)	Precīzi mērījumi	Pētniecība un attīstība	Izmanto, lai veiktu precīzus mērījumus lielā platībā	Optiskie mērījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Proprietary setup for characterization of photovoltaic devices using laser-beam-induced current (LBIC) technique (Īpaši izstrādāta iekārta fotovoltaiķisko ierīču pētījumiem)	Fotovoltaiķisko ierīču analīze	Pētniecība un attīstība	Izmanto fotovoltaiķisko ierīču īpašību analīzei, izmantojot LBIC tehniku	Fotovoltaiķisko ierīču analīze
Lietuva, Viļņas Universitāte	High precision 2D stages (Standa 8MT195 and 8MT295), which enable studying the area of up to 300 × 300 mm ² at 12.5 mm or larger step; (Augstas precizitātes 2D skatuves (Standa 8MT195 un 8MT295))	Precīzi mērījumi	Pētniecība un attīstība	Izmanto, lai veiktu precīzus mērījumus lielā platībā	Optiskie mērījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Illumination sources based on laser diodes. (Apgaismojuma avoti, balstīti uz lāzera diodēm)	Optiskās īpašības	Pētniecība un attīstība	Izmanto dažādu optisko pētījumu veikšanai	Optiskie mērījumi
Lietuva, Viļņas Universitāte	Multi-beam "NanoFactory" laser 3D nanolithography system (Dažstaru "NanoFactory" lāzera 3D nanolitogrāfijas sistēma)	3D nanolitogrāfija	Ražošana	Izmanto 3D nanostruktūru izveidei	3D nanolitogrāfija
Lietuva, Viļņas Universitāte	Modified wide working field "FemtoLab" laser 3D nanolithography system (Modificēta "FemtoLab" lāzera 3D nanolitogrāfijas sistēma)	3D nanolitogrāfija	Ražošana	Izmanto precīzai 3D struktūru izveidei	3D nanolitogrāfija
Lietuva, Viļņas Universitāte	Custom made tunable wavelength laser 3D nanolithography system (Pielāgota regulējama viļņu garuma lāzera 3D nanolitogrāfijas sistēma)	3D nanolitogrāfija	Ražošana	Izmanto 3D nanostruktūru izveidei ar regulējamu lāzera viļņu garumu	3D nanolitogrāfija
Lietuva, Viļņas Universitāte	Olympus IX73 inverted motorized microscope (Olympus IX73 invertēts motorizēts mikroskops)	Materiālu analīze	Pētniecība un attīstība	Izmanto materiālu mikrostruktūru analīzei	Mikroskopija
Lietuva, Viļņas Universitāte	"Asiga" "Pico2" 3D printer (Asiga "Pico2" 3D printeris)	3D druka	Ražošana	Izmanto dažādu 3D objektu, tostarp mikrostruktūru izveidei	3D druka
Lietuva, Viļņas Universitāte	"Autodesk" "Ember" 3D printer (Autodesk "Ember" 3D printeris)	3D druka	Ražošana	Izmanto precīzu 3D objektu izveidei	3D druka

Baltijas reģiona pusvadītāju tehnoloģiju jomas infrastruktūras un iekārtu kapacitātes, stipros un vājos punktus, iespējas, draudus (SVID analīze) nākotnes virzienus, galvenos izaicinājumus un iespējamās risinājumus var apkopot šādi:

Infrastruktūras un iekārtu kapacitāte: Modernas un plašas laboratorijas un pētniecības iekārtas, kas aptver spektru no nanotehnoloģijām līdz optoelektronikai. Pieejamība dažādiem lāzeriem, spektrometriem un citām precīzām mērīšanas iekārtām, kas ļauj veikt augstas izšķirtspējas pētījumus.

Stiprās puses: Augstas precizitātes iekārtas, kas ļauj veikt detalizētus materiālu un pusvadītāju izpēti darbus. Spēcīga pētniecības un izstrādes bāze optoelektronikas un mikroelektronikas jomās.

Vājās puses: Limitēts pieejamo iekārtu klāsts var ierobežot pētniecības iespējas specifiskās nozarēs. Nepietiekams finansējums un atbalsts iekārtu uzturēšanai. atjaunošanai un modernizācijai. Būtiski ir uzturēt sertificētas iekārtas un laboratorijas, kas regulāri jāatjauno un jākalibrē atbilstoši ISO standartiem, jo tikai tāda aparatūra un mērīšanas metodika ir

izmantojama rezultātiem, kas ir apstiprināti ar patiesu un derīgu sertifikātu visā industriālās ražošanas ķēdē.

Draudi: Nerīkojoties strauji, ir liels risks pazaudēt spēcīgo pamatu, uz kā bāzes tālāk attīstīt nozari, salīdzinot ar pasaulē aktuālajām tendencēm, kad notiek milzīgs investīciju pieaugums pusvadītāju tehnoloģijās. Veidot konkurējošus virzienus Baltijas rajona ietveros, radot nevajadzīgu konkurenci piesakoties ES fondu līdzekļiem, sadarbībā ar lielajiem ārvalstu partneriem.

Iespējas: Iekārtu modernizācija un atjaunošana var palīdzēt palielināt pētniecības iespējas un sekmēt jaunu tehnoloģiju attīstību. Sadarbība ar rūpniecības partneriem var veicināt jaunu tehnoloģisko risinājumu komercializāciju.

Nākotnes virzieni: Investēt jaunās tehnoloģijās un iekārtās, lai uzlabotu pētniecības un izstrādes iespējas. Veicināt starpnozaru pētījumus, izmantojot pieejamo infrastruktūru.

Galvenie izaicinājumi: Nepieciešamība palielināt finansiālo atbalstu infrastruktūras un iekārtu atjaunošanai. Nepieciešamība stiprināt sadarbību starp akadēmisko un industriālo sektoru.

Iespējamie risinājumi: Aktīva darbība piesaistot finansējumu no valsts un Eiropas Savienības fondiem. Partnerību veicināšana starp universitātēm un privātajām uzņēmumiem, lai stiprinātu pētniecības un komercializācijas iespējas.

Kapitāla iekārtu jomā pusvadītāju vērtību ķēdes ietvaros ir identificētas vairākas augstskolas un pētniecības iestādes, kas aprīkotas ar mūsdienīgām tehnoloģijām un iekārtām. Reģionā ir pieejami tādi resursi kā modernas nanolitogrāfijas un mikroskopijas sistēmas, kas ir būtiski pusvadītāju materiālu un ierīču izstrādē un pētījumos.

Arī starptautiskās sadarbības un apmaiņas programmas, piemēram, ERASMUS+, sekmē zināšanu un tehnoloģiju pārnasi. Tomēr, lai nodrošinātu Latvijas un Baltijas reģiona konkurētspēju globālajā pusvadītāju industrijā, ir svarīgi turpināt investēt jaunās tehnoloģijās, atbalstīt zinātniskos pētījumus un attīstīt augsta līmeņa izglītības programmas. Tas ir būtiski, lai nodrošinātu reģiona spēju piedāvāt inovatīvus risinājumus un uzlabotu tā tehnoloģisko bāzi.

1. **Materiāli:** Baltijas reģiona, it īpaši Latvijas, zinātniskie, pētnieciskie un izglītības līdzekļi pusvadītāju nozares vērtību ķēdes "Materiālu" jomā ir salīdzinoši attīstīti. Piemēram, ir pieejami uzlaboti materiālu mikroskopiskās analīzes un optiskās īpašības mērījumu instrumenti, kā arī iespējas izpētīt organisko materiālu fāžu pārejas un šķidro kristālu struktūras. Ir pieejamas daudzveidīgas plāno kārtiņu uzklāšanas metodes, kas ir būtisks stūrakmens pusvadītāju tehnoloģijās, gan pētniecībā, gan arī ražošanā. Latvijā un Baltijas reģionā mikroelektronisko materiālu jomā ir noteikta infrastruktūra un zinātniskais potenciāls, kas ietver pusvadītāju materiālu izpēti un izmantošanu. Šie komponenti ir svarīgi inovatīvu pusvadītāju ierīču izstrādē un ražošanā. Svarīgi attīstīt un modernizēt zinātniskās un izglītības iestādes, investējot jaunākajās tehnoloģijās un veicinot starptautisko sadarbību zinātnes un tehnoloģiju jomā. Ņemot vērā globālās tendences un augošo pieprasījumu pēc mikroelektronisko materiālu izpētes, Latvijai un Baltijas reģionam ir iespēja stiprināt savu pozīciju, paplašinot zinātnisko kompetenci un izglītības programmas šajā nozarē.
2. **Kapitāla iekārtas:** Šis posms ir salīdzinoši attīstīts, it īpaši attiecībā uz augstas precizitātes instrumentiem un specializētu aparatūru, kas nepieciešama pusvadītāju pētniecībai un izglītībai. Ir pieejamas modernas nanolitogrāfijas sistēmas, precīzas 2D pozicionēšanas stendi un dažādi lāzeri, kas sniedz spēcīgu pamatu inovatīvu pusvadītāju produktu izstrādei un pētniecībai.
3. **Intelektuālais īpašums un EDA (IP and EDA):** Baltijas valstīm ir "fabless" (bezražotņu) dizaina un IP izstrādes orientācija, ar aktīvu sadarbību ar vairāk nekā 500

partneriem, tostarp lielākajiem čipu uzņēmumiem Eiropā. Šī sadarbība liecina par nozares potenciālu un spēju veidot intelektuālo īpašumu.

4. **Dizains (Design):** Latvijā Latvijas Universitātes EDI veic analogo-digitālo mikroshēmu projektēšanu, specializēti risinājumi un mikrominiaturizēšana mākslīgā intelekta paātrināšanai, kvantu efektu pielietojumiem u.c., sistēmas uz čipa (system-on-chip), programmējamie loģiskie masīvi (FPGA). Augsti kvalificēti datorikas un elektronikas speciālisti no Latvijas augstskolām.
5. **Pamatņu apstrādes ražotne:** Šis posms attiecas uz ražošanas uzņēmumiem nevis izglītības un pētniecības iestādēm.
6. **“Back-end”, jeb pakārtotie procesi:** RTU Elektronikas un telekomunikāciju fakultāte specializējas silīcija fotonikas čipu testēšanā, 2023. gadā ir sasniegusi divus pasaules rekordus datu centru starpsavienojumu tehnoloģijās, izmantojot silīcija fotonikas mikročipus.
7. **Gala produkts (End Product):** Attiecas uz ražošanas uzņēmumiem nevis izglītības un pētniecības iestādēm.
8. **Iespiedplates (PCB):** Iespiedplašu projektēšana un izstrāde notiek lielākajā daļā pētniecības iestādēs un izglītības iestādēs, kas ir saistītas ar elektronikas mācību programmām.
9. **Gala produkts (End Product):** Attiecas uz ražošanas uzņēmumiem nevis izglītības un pētniecības iestādēm.

Kopumā, lai gan Baltijas reģionam un Latvijai ir noteikti stiprie punkti, piemēram, materiālu zinātne un kapitāla iekārtu pieejamība, pastāv jomas, kurās ir nepieciešama turpmāka attīstība un ieguldījumi, lai sekmētu nozares izaugsmi un globālo konkurētspēju.

1.1.5. Baltijas valstu augstskolu esošās kapacitātes kopsavilkums

Latvijas Universitāte

Cilvēkresursi: Latvijas Universitātē (LU) ir vairāki speciālisti, kas strādā pusvadītāju un fotonikas jomā. Darbību veic Cietvielu Fizikas institūts, Atomfizikas un spektroskopijas institūts, Skaitliskās modelēšanas institūts, un Elektronikas un datorzinātņu institūts, piedāvājot pētniecību plašā spektrā no fotonikas līdz platzonas pusvadītāju materiāliem.

Infrastruktūra: LU ietilpst vairākas laboratorijas un pētnieciskās infrastruktūras, piemēram, Integrālo shēmu un sistēmu laboratoriju, kas sāks darboties no 2024. gada, un Diskrētās signālu apstrādes laboratoriju. Šīs laboratorijas ir aprīkotas ar nepieciešamajiem instrumentiem un tehnoloģijām, lai veiktu augstas kvalitātes pētniecību pusvadītāju un fotonikas jomā.

Pētniecības jomas: LU veic pētniecību dažādās jomās, tostarp jauktu analogo-digitālo mikroshēmu projektēšanā, silīcija monokristālu audzēšanas procesu modelēšanā, fotonikā, platzonas pusvadītāju kristālisko materiālu pētniecībā un pusvadītāju ierīču izstrādē, kā arī caurspīdīgu vadošu pārklājumu izstrādē.

Izglītība: LU piedāvā dažādas izglītības programmas, kas saistītas ar pusvadītāju tehnoloģijām un fotoniku, nodrošinot studentiem iespēju apgūt šīs nozares zināšanas un prasmes.

Rīgas Tehniskā Universitāte

Cilvēkresursi: Rīgas Tehniskajā Universitātē ir plašs speciālistu klāsts, kas darbojas dažādās pusvadītāju (ieskaitot) fotonikas jomās. Pievērš uzmanību jaunu organisko materiālu sintēzei, lāzertehnoloģijām, kā arī organisko pusvadītāju pētniecībai.

Infrastruktūra: Universitātē ir vairākas struktūrvienības, kuru darbība veicina pusvadītāju attīstību, tostarp Biomedicīnas inženierzinātņu un nanotehnoloģiju institūts,

Lietišķās ķīmijas institūts, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultātes Tehniskās fizikas institūts, Mikroviļņu inženierijas un elektronikas institūts, un Elektronikas Telekomunikāciju Fakultāte. Šīs struktūrvienības nodrošina spēcīgu zinātnisko bāzi (par spīti trūkstošai infrastruktūrai) gan pusvadītāju materiālu un ierīču pētniecībai.

Pētniecības jomas: Universitāte koncentrējas uz vairākām svarīgām pētniecības jomām. Šīs ietver elektronikas iespiedplašu izstrādi, fotoniku, tostarp silīcija fotoniku, un čipu dizainu un testēšanu datu pārraides sistēmās.

Izglītība: Rīgas Tehniskā Universitāte piedāvā vairākas studiju programmas, kas saistītas ar pusvadītāju tehnoloģijām, ieskaitot speciālizētus kursus un moduļus, kas attiecas tieši uz pusvadītāju nozari.

Tartu Universitāte (Igaunija)

Cilvēkresursi: Tartu Universitātē ir vairāki speciālisti pusvadītāju tehnoloģijās. Piemēram, Kaupo Kukli ir "Plāno kārtiņu tehnoloģiju izpēti" laboratorijas vadītājs, kas koncentrējas uz plāno kārtiņu izpēti.

Infrastruktūra: Universitātei ir modernas iekārtas, tostarp atomu slāņu nogulsnešanas iekārta un rentgenstaru fluorescences spektrometrs ZSX-400.

Izglītība: Piedāvā izglītības programmas, piemēram, "Materials Science and Technology" (Materiālzinātne un tehnoloģijas) maģistra programmu, kas ietver kursus par sensoru izgatavošanu un materiālu elektriskajām un optiskajām īpašībām.

Vilņas Universitāte (Lietuva)

Cilvēkresursi: Universitāte lepojas ar plašu speciālistu spektru pusvadītāju tehnoloģijās, piemēram, Arlauskas Kęstutis vada pētījumus par jaunām plāno kārtu veidošanas tehnoloģijām un to ietekmi uz materiālu enerģijas stāvokļiem.

Infrastruktūra: Universitātē ir pieejamas modernas iekārtas pusvadītāju pētniecībai, tostarp mikroelektronikas un fotonikas laboratorijas, kas aprīkotas ar atomu spēka mikroskopiem, elektronu litogrāfijas sistēmām un citām augstas precizitātes iekārtām.

Starptautiskā sadarbība: Universitāte sadarbojas ar vairākām starptautiskām institūcijām, tostarp Swinburne University of Technology (Austrālija) un University of Bordeaux (Francija), pusvadītāju tehnoloģiju izpētē.

Izglītība: Piedāvā vairākas studiju programmas, piemēram, "Light Engineering" bakalaura programmu un "Photonics and Nanotechnology" maģistra programmu.

Kauņas Tehnoloģiju Universitāte (Lietuva)

Cilvēkresursi: Universitātē ir vairāki izcilie pētnieki, tostarp Juozas Vidas Gražulevičius, kurš specializējas organisko pusvadītāju materiālu sintēzē optoelektronikai.

Infrastruktūra: Universitātei ir pieejamas dažādas iekārtas pusvadītāju pētniecībai, tostarp spektrometri, mikroskopi un uzlabotas nanotehnoloģiju iekārtas.

Starptautiskā sadarbība: Kauņas Tehnoloģiju Universitāte sadarbojas ar Latvijas Organisko sintēzes institūtu pusvadītāju materiālu pētniecībā.

Izglītība: Piedāvā vairākas programmas, kas saistītas ar pusvadītāju tehnoloģijām, piemēram, "Applied Chemistry" bakalaura un maģistra programmas, kuras koncentrējas uz funkcionalitāti, kompozītu un nanomateriālu izpēti.

Baltijas reģiona pusvadītāju tehnoloģiju jomas kapacitātes, spēcīgo un vājo punktu, iespēju, nākotnes virzienu, galveno izaicinājumu un iespējamo risinājumu izvērtējums ir šāds:

Kapacitāte: Baltijas reģionā ir augsti kvalificēti speciālisti pusvadītāju tehnoloģiju jomā, kas strādā ar inovatīviem projektiem, piemēram, čukstošo galeriju modu rezonatoros un in-vivo difūzās atstarošanā, arī silīcija fotonikas čipienu riņķu datu pārraidei sasniedzot pasaules rekordus. Ir pieejama moderna infrastruktūra pusvadītāju pētniecībai, tostarp augstas

klases iekārtas, piemēram, erbiju dopētas optiskās šķiedras femtosekunžu frekvenču ķemmes sintezatori.

Spēcīgās puses: Institūcijām ir izstrādātas sadarbības saites ar industriju, kas nodrošina zināšanu apmaiņu un inovāciju. Skaidri definēti stratēģiskie mērķi un plāni pusvadītāju tehnoloģiju attīstībā, piemēram, mikroelektronikas čipu jomu un IP izstrāde. Institūcijas ir identificējušas konkrētas nišas un specializācijas, piemēram, sensoru izstrādi un bezražotņu dizainu.

Vājās puses: Kvalificētu speciālistu skaits un specializācija nav pietiekami nopietnai izaugsmei, kas apdraud attīstību un inovāciju pusvadītāju jomā. Nepietiekama attīstība aizmugurējās operācijas līnijā un gala produktu ražošanā. Nepieciešamība pēc plašākas sadarbības un efektīvākas reģionālās un starptautiskās sadarbības.

Iespējas: Piesaistīt investīcijas jaunu tehnoloģiju attīstīšanai un procesu digitalizācijai. Stiprināt reģiona pozīciju pusvadītāju nozarē, izmantojot esošo zinātnisko potenciālu un starptautisko sadarbību.

Draudi: Nespējot radīt nepieciešamo speciālistu skaitu, kā arī prakses vietas un laboratorijas (kur nepieciešami ieguldījumi infrastruktūrā), pieredzes gūšanai pusvadītāju tehnoloģiju jomā, ir draudi zaudēt studējošo interesi iesaistīties šajā studiju virzienā.

Nākotnes virzieni Baltijas reģionā pusvadītāju jomā: Attīstīt sensoru izstrādes nišu, kā arī optoelektronikas jomu, sadarbojoties ar uzņēmumiem. Koncentrēties uz inovatīvām tehnoloģijām, piemēram, mikroelektronikas čipiem un fotonikas čipiem un bezražotņu čipu dizainēšanu. Palielināt informācijas apmaiņu un sadarbību starp Baltijas valstīm, lai veicinātu progresu pusvadītāju nozarē.

Galvenie izaicinājumi: Cilvēkresursu trūkums un projektēšanas rīku pieejamības problēmas. Nepieciešamība pielāgoties mainīgajai globālajai ekonomikai un tehnoloģiju tendencēm. Skaidras valsts politikas un finansiālā atbalsta nepieciešamība nozares attīstībai un komercializācijai.

Iespējamie risinājumi: Veicināt speciālistu piesaisti un izglītību, lai palielinātu kvalificēta darbaspēka pieejamību. Uzlabot sadarbību starp akadēmisko un industriālo sektoru, sekmējot tehnoloģiju pārnesei un zināšanu apmaiņu. Palielināt valsts un privāto sektoru investīcijas pusvadītāju tehnoloģiju attīstībā, sekmējot jaunu tehnoloģiju un inovāciju izstrādi, iesaistot kvalificētus speciālistus - augstskolu absolventus.

Šis kopsavilkums atspoguļo Baltijas reģiona un Latvijas iespējas pusvadītāju nozarē, identificējot galvenos stipros un vājos punktus, iespējas un izaicinājumus, kas varētu ietekmēt reģiona attīstību un konkurētspēju globālajā pusvadītāju tirgū.

1.2. Latvijas pusvadītāju vērtību ķēdi pārstāvošo uzņēmumu izpēte

Tika identificēti 15 Latvijā esoši uzņēmumi, kuri darbojas pusvadītāju jomā. Lai analizētu uzņēmumu sniegumu pusvadītāju vērtību ķēdē, tika izmantoti aptauju un interviju rezultāti, kuri tika veikti iepriekšējā pētījuma posmā (augstāko izglītības iestāžu anketas – jautājums par sadarbību ar industriju). Paralēli tam, tika pētītas publiski pieejamās datubāzes "Photonics21" un "EPIC" platforma, kā arī aptaujāti Latvijas pusvadītāju ekosistēmas dalībnieki, lai identificētu uzņēmumus, kuri netika piefiksēti iepriekšējos soļos. Tika arī veikta interneta resursu izpēte, meklējot papildus uzņēmumus.

Katra uzņēmuma analīzei, lai definētu apgrozījumu, darbinieku skaitu, produktu/pakalpojumu portfeli, tika izmantoti publiski pieejamie dati (Uzņēmumu Reģistrs), kā arī maksas datubāzes (Lursoft, CrediWeb & Kombo.lv), kā arī analizēta pieejamā informācija uzņēmuma mājaslapā.

Lai iegūtu informāciju par uzņēmuma mērķiem, investīcijām un attīstības plāniem, tika veidotas daļēji strukturētas ekspertu intervijas ar uzņēmuma pārstāvjiem (interviju skriptu skat. Pielikums Nr. 3: Uzņēmumu interviju skripti). Intervijās tika pārrunātas 4 tēmas:

- Uzņēmuma nākotnes virzieni,
- Baltijas reģionālās stratēģijas perspektīva,
- Mijiedarbība ar pētniecības un izglītības iestādēm,
- Papildu ieskati (par pusvadītāju sfēras attīstību).

Interviju transkripti tika analizēti, pielietojot kvantitatīvās kontentanalīzes metodi, lai varētu:

- Noskaidrot un precizēt uzņēmuma pakalpojumus/produktus, kuri saistīti ar pusvadītāju vērtību ķēdi,
- Noskaidrot uzņēmuma galvenos izaicinājumus un vajadzības tagad un nākamo 5-10 gadu laikā, kuras saistītas ar pusvadītāju vērtību ķēdi,
- Noskaidrot uzņēmuma plānotās investīcijas un attīstības virzienus ar pusvadītāju vērtību ķēdi saistītos produktos/pakalpojumos,

Papildus tam, tika pētītas uzņēmumu mājaslapas, sociālie tīkli un citi interneta avoti, lai iegūtu pārskatu par uzņēmuma mērķiem. Rezultātā iegūtie dati tika apkopoti tabulā (skat. Tabula 1.9 Latvijas uzņēmumu, kuri pārstāv pusvadītāju vērtību ķēdi, saraksts).

Tabula 1.9 Latvijas uzņēmumu, kuri pārstāv pusvadītāju vērtību ķēdi, saraksts

Uzņēmuma nosaukums	Apgrozījums, € (pēdējie 3 gadi)	Darbinieku skaits	Produkta/pakalpojuma apraksts, patentu portfelis	Vieta pusvadītāju vērtību ķēdē	Paredzamās uzņēmuma vajadzības, plānotās investīcijas un attīstības virzieni pusvadītāju jomā nākamajiem 5-10 gadiem	Uzņēmuma izaicinājumi, kurus pusvadītāju jomā būs nepieciešams risināt nākamajos 5-10 gados
AS "KEPP EU"	2022.g.-225 tūkst. 2021.g.-134 tūkst. 2020.g.-424 tūkst.	7	Iekārtu izstrāde, tehnoloģiju izstrāde, inovatīvu materiālu ražošana. Silīcija tehnoloģijās - vairāk kā 20 autorapliecības; 3 patenti Krievijā	1 - Materiāli 2 - Kapitāla iekārtas	Tuvāko 3 gadu laikā plāno ieņemt silīcija pamatņu, ar diametru 300 mm, tirgu un piegādāt no 2 līdz 6% no tirgus apjoma jaudas mikroelektronikas pamatnes.	Divas galvenās problēmas – cilvēku piesaiste un investīciju piesaiste. Iesniegts pieteikums Eiropas komisijai, lai finansētu lielu projektu un piesaistītu investīcijas, lai uzbūvētu ražotni ar pirmajām 4 kristālu audzēšanas iekārtām un ar gada apgrozījumu 20 miljoni eiro. Ja finansējuma nebūs, jāmeklē alternatīvus finansējuma avotus.
SIA "BALTIC SCIENTIFIC INSTRUMENTS"	2022.g.- 4,34 milj. 2021.g.- 4,12 milj. 2020.g.- 3,52 milj.	73	Spektrometriskās analīzes ierīču izstrāde un ražošana, pamatojoties uz pusvadītāju un scintilācijas starojuma detektoriem	2 - Kapitāla iekārtas	Nav informācijas	Kvalificēta darbaspēka trūkums
SIA "SIDRABE VACUUM"	2022.g.-504 tūkst. 2021.g.-1,50 milj. 2020.g.-928 tūkst.	28	Projektē un ražo vakuuma pārklājumu sistēmas un izstrādā unikālas plāno kārtiņu tehnoloģijas	2 - Kapitāla iekārtas	Nav informācijas	Kvalificēta darbaspēka trūkums
AS "ALFA RPAR"	2022.g.- 3,52 milj. 2021.g.- 2,86 milj. 2020.g.- 2,77 milj.	152	Pusvadītāju un citu elektronisko iekārtu ražošana	4 – Dizains 5 - Pamatņu apstrādes ražotne	Infrastruktūra būtu atjaunojama, un nepieciešams pielāgot telpas. Vajadzīgas investīcijas plašākai pusvadītāju ražošanas attīstībai. Liela biznesa procesa komponentu nenoteiktība.	Likumdošanas stabilitāte un nosacījumu "normalitāte" investoriem; Izejvielu trūkums - piegādātāju izmaiņas; augstās energoresursu cenas; Investīciju trūkums/ banku atbalsta; Kvalificēta personāla trūkums (nepieciešamība pēc 3000 speciālistiem - vietējā augstskolā šobrīd beidz 20 cilvēku gadā)
AS "RD ALFA MIKROELEKTRONIKAS DEPARTAMENTS"	2022.g.-1,18 milj. 2021.g.-1,48 milj. 2020.g.-649 tūkst.	50	HiRel, RadHard un ITAR brīvo analoģo Integrālo Shēmu (IC) projektēšana un ražošana komercindustrijai, aviācijai un aizsardzībai	4 – Dizains; 7 - Gala produkts	Lielākais projekts ir atrast jaunu Wafer foundry – kurš būtu visērtākais partneris	Pāriet uz jaunām tehnoloģijām, milzīgas investīcijas līdz 10 miljoniem. Pāreja uz lielāko izvadu daudzumu, assembly 200+ lead package šobrīd strādā uz 24 kontakti- jeb kājiņas.
SIA "UBIQUITI (LATVIA)"	2022.g.- 14,33 milj. 2021.g.-12,25 milj. 2020.g.-10,81 milj.	120	Maršrutētāji, komutatori, bezvadu piekļuves punkti, videonovērošanas sistēmas, datu drošības aizsardzības serveri	6 - "Back-end", jeb pakārtotie procesi	Kļūt par vadošo Silīcija ielejas uzņēmuma R&D IT centru Latvijā ar labāko inženieru komandu un atpazīstamāko zīmolu. Augt gan cilvēku skaita, gan projektu ziņā, radīt vēl jaunas darbavietas.	Darbaspēka pieejamība.
SIA "FIBER OPTICAL SOLUTION"	2022.g.- 4,87 milj. 2021.g.- 3,06 milj.; 2020.g.- 3,37 milj.	86	Šķiedru optisko žiroskopu ražošana un sistēmas	7 - Gala produkts līdz 8 - Iespiedplates	Optisko mikroshēmu tehnoloģijas attīstība, militāro pusvadītāju ierīces NATO un low-Earth orbītas produkti	Augstas tehnoloģiju attīstības izmaksas Eiropā, konkurence no valstīm, piemēram, Ķīnas, kurām ir zemākas ražošanas izmaksas, un grūtības ielauzties labi nostiprinātos tirgos, kurus kontrolē lielas kompānijas. Arī prasmīgu inženieru trūkums un augstas izmaksas, lai algotu pieredzējušus profesionāļus no ārzemēm
AS "SAF TEHNIKA"	2022.g.- 37 milj.; 2021.g.- 29 milj.; 2020.g.- 20 milj.	270	Mikroviļņu datu pārraides iekārtu, mērierīču un bezvadu sensoru ražošana	7 - Gala produkts līdz 8 - Iespiedplates	Investīcijas produktu izstrādē, stabilizēt apgrozījuma līmeni, uzkrāt materiālu rezerves	Mainīgie globālie apstākļi

Uzņēmuma nosaukums	Apgrozījums, € (pēdējie 3 gadi)	Darbinieku skaits	Produkta/pakalpojuma apraksts, patentu portfelis	Vieta pusvadītāju vērtību ķēdē	Paredzamās uzņēmuma vajadzības, plānotās investīcijas un attīstības virzieni pusvadītāju jomā nākamajiem 5-10 gadiem	Uzņēmuma izaicinājumi, kurus pusvadītāju jomā būs nepieciešams risināt nākamajos 5-10 gados
SIA "VOLBURG"	2022.g.- 9 milj. 2021.g.- 6 milj.; 2020.g.- 3 milj.	75	Montētu elektronikas iespaidplašu (PCBA) un moduļu ražošana	8 - Iespiedplates	"Volburg" ražotni pilnveidot un pielāgot ceturtnas industrijas (Industry 4.0) principiem, iegādāties jaunas tehnoloģijas	Kvalificēta darba spēka trūkums, robotizācija un jaunāko tehnoloģiju iegūšana
AS "HANSAMATRIX"	2022.g.- 29,11 milj. 2021.g.- 21,35 milj. 2020.g.- 21,38 milj.	500-600	Prototipēšana, inderustrializācija, iespiedshēmu montāža, plastmasas detaļu spiedliešana, augstās precizitātes materiālu apstrāde, pēcpārdošanas pakalpojumu remonts.	8 - Iespiedplates	HansaMatrix stratēģiskais mērķis uz 2027.gadu ir dubultoties apgrozījumā un personālā. Turpinās investēt tehnoloģijās, iekārtās, robotizācijā.	Kvalificēta darbaspēka trūkums
SIA "SMD BALTIC"	2022.g.- 11 milj. 2021.g.- 6 milj. 2020.g.- 6 milj.	113	Ražo augstās tehnoloģijas – elektroniskās plates un elektroniskos komponentus	8 - Iespiedplates	Vajadzība pēc sakārtotas likumdošanas.	100+ tūkstošu eiro iesaldēti līdzekļi par jau piegādāto produkciju uz Krieviju. Energoresursu (gāze, elektrība) sadārdzinājums, tā radītais finanšu slogs
SIA "WISEBERG TECHNOLOGY"	Jauns uzņēmums, 2022.g.- 0	7	Nodrošina pilnu EMS pakalpojumu klāstu, sākot no prototipa izstrādei beidzot ar iespiedplašu montāžu un produktu iepakojšanu	8 - Iespiedplates	Attīstība un izaugsme. Iegūt komponentu tirgotājus vai ražotājus tiešā sadarbībā (zemāka cena), saprast plašāku situāciju — gan no Latvijas, gan Eiropas perspektīvas. Plānots ieiet Igaunijas tirgū, veidot sadarbības	Izejmateriālu pieejamība, kvalificēta darba spēka pieejamība
SIA "MIKROTĪKLS"	2022.g.- 334 milj. 2021.g.- 374 milj. 2020.g.- 353 milj.	354	MikroTik RouterOS programmatūras un RouterBOARD maršrutētāju ražošana	8 - Iespiedplates 9 – gala produkts	Būtiski atjaunot produkcijas klāstu, izmantojot jaunākās paaudzes WiFi6 tehnoloģijas, kā arī paplašināt produktu portfeli ar jauniem LTE/5G un platjoslas optisko tīklu atbalstošiem produktu modeļiem	Pārāvumi globālajās pusvadītāju, mikročipu un citu ražošanai nepieciešamo komponentu piegāžu ķēdēs
SIA "OG SENSE"	Jauns uzņēmums, 2022.g.- 0 euro	4	OG sense tehnoloģija ir TRL 4-5. Nestrādā ar pusvadītāju materiālu bāzi, bet izmanto šīs tehnoloģijas - litogrāfijas procesi, firtelpu procesi. Strādā ar pamatnēm – wafers. Procesu ir tādi paši kā CMOS tehnoloģijas.	9 - Gala produkts	Testēt jaunas produkcijas prototipu sadarbībā CFI resursu, iegūt atgriezenisko saiti, optimizēt, tad sākt izmantot ārpalpojumus. Vēlāk arī sensoru optimizācija un jaunu procesu integrēšana procesā.	Finansējuma piesaiste, speciālistu apmācība un jaunu tehnoloģisko iespēju attīstīšana. Sadarbība un informācijas apmaiņa starp nozares dalībniekiem Baltijas līmenī. Pusvadītāju jomas popularizēšana
SIA "LATVIJAS MOBILAIS TELEFONS"	2022.g.- 165 milj. 2021.g.- 159 milj. 2020.g.- 153 milj.	695	Izstrādā digitālos risinājumus telekomunikāciju, dronu, aizsardzības un sabiedrības drošības, lietu interneta, viedās pilsētas un mobilitātes jomās	9 - Gala produkts (caur piegādātājiem)	Attīstīt inovatīvu tehnoloģiju projektus vairākās inovāciju vertikālēs – transporta sistēmās, dronu vadības sistēmās, pilsētas sensorikā.	Straujais energoresursu cenu lēcienš, inflācijas tempu kāpums un ģeopolitiskā situācija

Kā redzams, Baltijas valstīs primāri ir pārstāvēti 8. un 9. posms, kā izņēmumi izceļas SIA "SIDRABE VACUUM", SIA "BALTIC SCIENTIFIC INSTRUMENTS" un AS "KEPP EU", kuri attīsta tehnoloģijas un produkciju pirmajiem vērtību ķēdes posmiem. Arī vērta izcelt AS "ALFA RPAR" un AS "RD ALFA MIKROELEKTRONIKAS DEPARTAMENTS", kuri turpina Latvijā radīt pusvadītāju dizainu un ražot produkciju, lai gan saskaras ar izteiktu darbaspēka trūkumu, kas nepieciešams, lai mērogotu ražošanu. Lai arī infrastruktūra ir novecojusi, salīdzinot ar globālajiem konkurentiem, tā ir pietiekama studentu un inženieru apmācībai, lai celtu zināšanu kapacitāti.

1.3. Baltijas pusvadītāju vērtību ķēdi pārstāvošo inovāciju & jaunuzņēmumu izpēte

Lai iegūtu pilnvērtīgu jaunuzņēmumu apkopojumu, tiks veikta izpēte vairākos posmos. Sākotnēji tiks izskatīti šī pētījuma iepriekšējos uzdevumos iegūtie rezultāti, lai identificētu jaunuzņēmumus, kuri tika minēti interviju, interneta resursu un datubāzu izpētes, vai anketu rezultātā. Tika apzināti arī biznesa inkubatoru un akseleratoru portfeli atrodamie jaunuzņēmumi, kuri darbojas Baltijā. Notika sazināšanās ar LIAA pārstāvjiem Baltijas valstīs, lai identificētu papildus potenciālos inkubatorus un akseleratorus, vai arī pašus jaunuzņēmumus. Tika arī veikta interneta izpēte ("Google Advanced Keyword Search", u.c.).

Tika identificēti 6 uzņēmumi, kurus var definēt kā jaunuzņēmumus (SIA "WISEBERG TECHNOLOGY", SIA "OG SENSE", BPTI RF, UAB (2019), BROLIS DEFENCE GROUP, BROLIS SENSOR TECHNOLOGY, SKUDO OÜ (2019)). Viens no izaicinājumiem, ar ko saskaras jaunuzņēmumi pusvadītāju jomā ir investīciju nepietiekamība: kā uzsvēra Testonica pārstāvis intervijā, Igaunijas uzņēmumi saskaras ar investoru nevēlēšanos investēt pusvadītāju nozarē, jo to nepārziņ, tas prasa augstas investīcijas, un ir zināšanu ietilpīgs process. Tādēļ liela cerība tiek likta uz augstskolu un pētniecības kapacitātes celšanu, gan jaunu talantu veidošanā (kritisks punkts investoriem), gan arī jaunu tehnoloģiju izstrādē, un finansējuma piešķiršanā Horizon un citos ES grantos/programmās. Igaunijas un Lietuvas veidotajos pētījumos par pusvadītāju nozares attīstību, saistībā ar jaunuzņēmumu ienākšanu var izsvērt šādas stratēģijas:

Lietuva

Stratēģija un galvenie spēlētāji: Lietuva ir koncentrējusies uz mikroelektronikas un pusvadītāju tehnoloģiju attīstību, izmantojot savas stiprās puses optoelektronikā un lazeru tehnoloģijās. Galvenie spēlētāji ietver universitātes, pētniecības institūtus un privātkapitāla uzņēmumus, kas veido konsorcijs, lai gūtu piekļuvi Eiropas Savienības Inovāciju un Zinātnes Centru (ESIC) piedāvātajiem resursiem.

Jaunu uzņēmumu veidošana: Lietuva ir pieņēmusi stratēģiju, kas veicina jaunu pusvadītāju un mikroelektronikas uzņēmumu izveidi. Tas ietver atbalstu jaunuzņēmumiem, kuri ražo un projektē pusvadītājus, nodrošinot piekļuvi ESIC tīklam, mentoru programmām un finansējumam. Lietuva arī uzsvēra nozīmi izglītībā un apmācībā, lai sagatavotu kvalificētus speciālistus šajā nozarē.

Igaunija

Stratēģija un galvenie spēlētāji: Igaunijas pieeja pusvadītāju nozarei ir vairāk orientēta uz inovāciju un tehnoloģiju integrāciju esošajās nozarēs, piemēram, IKT un elektronikā. Galvenie spēlētāji ir tehnoloģiju uzņēmumi, jaunuzņēmumi un izglītības iestādes, kas veicina inovatīvu risinājumu izstrādi.

Jaunu uzņēmumu veidošana: Igaunijā uzsvars tiek likts uz tehnoloģiju un inovāciju ekosistēmas stiprināšanu. Valsts atbalsta startuolus un jaunuzņēmumus, nodrošinot piekļuvi finansējumam, mentoru programmām un sadarbību ar augstskolām un pētniecības centriem. Īpaša uzmanība tiek pievērsta arī izglītībai un apmācībai, lai veicinātu jaunu talantu attīstību pusvadītāju un mikroelektronikas jomā.

“Lietuvas Pusvadītāju nozares Pārskats” [Lietuvos puslaidininkių Sektoriaus apžvalga”, Avots: https://mita.lrv.lt/uploads/mita/documents/files/Puslaidininkiu_apzvalga_2022.pdf]

“Lietuvas Pusvadītāju nozares Pārskats” [Lietuvos puslaidininkių Sektoriaus apžvalga”, Avots:

https://mita.lrv.lt/uploads/mita/documents/files/Puslaidininkiu_apzvalga_2022.pdf] Baltijas pusvadītāju vērtību ķēdi pārstāvošo inovāciju un jaunuzņēmumu izpēte tika veikta, rezultāti apkopoti tabulā 1.10.

Tabula 1.10 Atlasīto Baltijas jaunuzņēmumu saraksts un apraksts

Valsts	Uzņēmuma nosaukums (reģistrācijas gads)	Apgrozījums 2022. gadā	Darbinieku skaits, saistība ar augstskolām	Investīciju apjomi un avoti	Produktu/pakalpojumu apraksts, patentu portfelis	Vieta pusvadītāju vērtību ķēdē	Mērķa tirgi un attīstības virzieni	Uzņēmuma sasniegumi
LV	SIA "Wiseberg technology" (2022)	0 €	7 darbinieki; nodrošina praksi 3-4 Čehijas augstskolu elektronikas nozares studentiem	Eiropas fond	Nodrošina pilnu EMS pakalpojumu klāstu, sākot no prototipa izstrādei beidzot ar iespiedplašu montāžu un produktu iepakošanu.	8 - Iespiedplates	Eiropa; iegūt tiešu sadarbību ar komponentu tirgotājiem vai pat ražotājiem, lai samazinātu izmaksas un uzlabotu kvalitāti, kā arī attīstīt pašu produktu izstrādi un ražošanu	Nav informācijas
LV	SIA "OG Sense" (2022)	0 €	4 darbinieki. Sadarbojas ar LU Cietvielu fizikas institūtu, Rīgas Tehnisko universitāti, Elektronikas un datorzinātņu institūtu	Seedbed inkubators, EIT Food	Izstrādā optisko gāzu sensoru, kas nosaka amonjaka līmeni gaisā	9 - Gala produkts	Šobrīd fokusējas pabeigt prototipu. Vēlāk arī sensoru optimizācija un jaunu procesu integrēšana. Iespējama sadarbība ar Tallinas Tehnisko universitāti, izmantojot Gray-Scale Lithography	Uzņēmums izstrādā optisko gāzu sensoru, kas nosaka amonjaka līmeni gaisā. Unikālā tehnoloģija ir radusies Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūta zinātniskā projekta rezultātā, kurā tika pētīts dažādu polimēru pielietojums fotonikā
LT	BPTI RF, UAB (2019)	nav informācijas, 2021.g.- 9 504 €	3 darbinieki; Baltic Institute of Advanced Technology (BPTI)	Eiropas Savienības Fondu Investīciju operatīvā programma 2014–2020; prioritāte "Pētniecības, eksperimentālās attīstības un inovācijas veicināšana"	Galvenie produkti - platjoslas RF un mm viļņu integrālās shēmas un hibrīda komponenti. Kompetence dažādās tehnoloģijās: CMOS; SiGe BiCMOS; GaAs/GaN.	4 - Dizains	Prototipu izstrāde, pilnveide līdz produktiem	Inovatīva zema trokšņa pastiprinātāja (LNA) komercializācija, kas balstīta uz Eiropas galija arsenīda (GaAs) tehnoloģiju, izmantojot pseidomorfās augstas elektronu izkliedes tranzistorus (pHEMT) 1

Valsts	Uzņēmuma nosaukums (reģistrācijas gads)	Apgrozījums 2022. gadā	Darbinieku skaits, saistība ar augstskolām	Investīciju apjomi un avoti	Produktu/pakalpojumu apraksts, patentu portfelis	Vieta pusvadītāju vērtību ķēdē	Mērķa tirgi un attīstības virzieni	Uzņēmuma sasniegumi
LT	Brolis defence group, UAB (2019)	10 459 769 €	2 darbinieki	Eiropas Komisija; LitCapital	Pusvadītāju ierīču izstrāde BROLIS, izmantojot vismodernāko III-V pusvadītāju izgatavošanas metodi - molekulārā staru kūļa epitaksiju (MBE).	5 - Pamatņu apstrādes ražotne līdz 9 - Gala produkts	Pasaules mērogs	Izstrādāti inovatīvi risinājumi, piemēram, uz GaSb lāzera diodēm balstīti I joslas infrasarkanā staru pretpasākumu (DIRCM) lāzeri un pasaulē pirmā SWIR ieroču novērošanas sistēma - S100U
LT	Brolis sensor technology, UAB (2019)	369 050 €	56 darbinieki	Finansējuma kampaņas - 15 miljoni €; Eiropas Investīciju banka (EIB) - 7,5 miljoni €, Eiropas Garantiju fonds (EGF)	Izstrādā un ražo nākamās paaudzes infrasarkanā lāzera sensoru sistēmas	8 – Iespiedplates Līdz 9 - Gala produkts	Pasaules mērogs. Plānots izstrādāt In-vitro asins OEM un rokas produktu v1 (2024) un transdermālu produktu v1 (2025)	Ražo pasaulē pirmo ultra-plaša diapazona hibrīdo GaSb-Si fotonikas integrēto lāzeru. Izveidoja pasaulē pirmos, uz lāzeru balstītos, sensorus, kas realizēti silīcija fotonikas mikroshēmā, kura izmērs ir mazāks par 5 mm ²
EE	Skudo OÜ (2019)	118 270 €	2 darbinieki	ESA Eiropas kosmosa aģentūra, Igaunijas Biznesa Inkubatoru centrs; an ESABIC Alumni	Specializējas aparatūrā balstītos šifrēšanas risinājumos, jo īpaši izmantojot "viss vienā" FPGA mikroshēmas. Piedāvā padziļinātas kibernetikas un uz aparatūru balstītus šifrēšanas pakalpojumus augsta līmeņa nišas tirgiem, piemēram, kosmosa, kritiskās infrastruktūras un lietu interneta jomā.	3 - Intelektuālais īpašums un elektroniskā dizaina automatizācija	Eiropa. Uzņēmuma mērķis ir ar savu tehnoloģiju radīt revolūciju kosmosa komunikāciju jomā un īpaši kibernetikas inovāciju jomā	Eiropas Kosmosa aģentūra (EKA) ir noslēgusi līgumu ar Skudo OÜ, lai izstrādātu uz aparatūru balstītu end-to-end šifrēšanas un autentifikācijas risinājumu satelītu datu pārraidei, kas tiks pārbaudīts kosmosā uz OPS-SAT (LEO satelīta)

Analizējot jaunuzņēmumu sniegumu var secināt, ka Baltijas rajonā trūkst jaunu spēlētāju pusvadītāju lomā. Viens no iemesliem, kuru minēja Testonica Lab OÜ intervijas gaitā bija investoru nevēlēšanās investēt jaunuzņēmumos puvadītāju nozarē, lielā riska un apjomīgā kapitāla dēļ. Papildus tam, tika uzsvērts, ka Igaunijas investori nepārzina pusvadītāju vērtību ķēdes specifiku tik labi, kā informāciju un komunikāciju tehnoloģiju nozari, kura Igaunijā (bet arī pārējās Baltijas valstīs) ir vēsturiski bijusi spēcīga. Tā kā tika identificēti tikai 6 jaunuzņēmumi, tika papildus analizēti Baltijas uzņēmumi, kuri darbojas pusvadītāju nozarē, lai veidotu pilnīgu pārskatu par šīs nozares pārstāvētajiem posmiem Latvijā, Lietuvā un Igaunijā (skat. tabulu 1.11.)

Tabula 1.11 Atlasīto Baltijas uzņēmumu saraksts un apraksts

Valsts	Uzņēmuma nosaukums (reģistrācijas gads)	Apgrozījums 2022. gadā	Darbinieku skaits, saistība ar augstskolām	Investīciju apjomi un avoti	Produktu/pakalpojumu apraksts, patentu portfelis	Vieta pusvadītāju vērtību ķēdē	Mērķa tirgi un attīstības virzieni	Uzņēmuma sasniegumi
LV	AS "KEPP EU" (1970)	225 000 €	7 darbinieki; sadarbība ar Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūtu	Nacionālais attīstības plāns 2020, Eiropas Savienības struktūrfondi; Kohēzijas fonds; Eiropas Inovācijas padomes un MVU izpildaģentūra	Iekārtu izveide, tehnoloģiju izstrāde, inovatīvu materiālu ražošana. Silīcija tehnoloģijās - vairāk kā 20 autorapliecības; 3 patenti Krievijā	1 - Materiāli 2 - Kapitāla iekārtas	Nākamo 2 gadu laikā tiks pilnveidoti daži tehnoloģijas elementi un izveidots kristālu audzēšanas iekārtas sērijveida paraugs, balstoties uz esošo prototipu. EBZ (Electron Beam Zone process) monokristālu 200 un 300 mm ražošana.	Izstrādes Krievijā saņēma 3 patentus, no kuriem viens tika iekļauts 2011. gada Krievijas Federācijas 100 labāko izgudrojumu sarakstā un 2 reizes tika prezentēts starptautiskās zinātniskās konferencēs, t.sk. 26 EU PVSEC Hamburg. Iegūtā silīcija kvalitāte tika veiksmīgi pārbaudīta ar Čohraļska metodi uzņēmumā Prolog Semicor, Ukrainā un "Topsil Semiconductor materials", Polijā, kā arī ar bez tīģeļa zonas kausēšanas metodi "IKZ", Vācijā un "Topsil Semiconductor materials", Dānijā.
LV	SIA "Baltic scientific instruments" (1994)	4,34 milj. €	73 darbinieki, ERAF projekts ar RTU	ERAF, Latvijas Investīciju un attīstības aģentūra, Nacionālais attīstības plāns 2020	Specializējas spektrometriskās analīzes ierīču izstrādē un ražošanā, pamatojoties uz pusvadītāju un scintilācijas starojuma detektoriem	2 - Kapitāla iekārtas	Vācija, Francija, Spānija, Portugāle, Itālija, Austrija, Somija, Beļģija, Polija, Zviedrija, Lielbritānija, ASV, Indija	Eksporta un inovācijas balva 2010. kategorijā "Inovativākais produkts"
LV	SIA "Sidrabe Vacuum" (1991, reorg.2018)	504 183 €	28 darbinieki; Latvijas cietvielu fizikas institūts, RTU; Tallinas tehnoloģiju universitāte, Latvijas Universitāte, Latvijas Biomedicīnas pētījumu un studiju centrs	LIAA, ERAF, Nacionālais attīstības plāns 2020, SOLIDIFY	Projektē un ražo vakuuma pārklājumu sistēmas un izstrādā unikālas plāno kārtiņu tehnoloģijas	2 - Kapitāla iekārtas	ASV, Nīderlande, Taivāna, Japāna, Vācija, Koreja, Kanāda un citur	Nav informācijas

Valsts	Uzņēmuma nosaukums (reģistrācijas gads)	Apgrozijums 2022. gadā	Darbinieku skaits, saistība ar augstskolām	Investīciju apjomi un avoti	Produktu/pakalpojumu apraksts, patentu portfelis	Vieta pusvadītāju vērtību ķēdē	Mērķa tirgi un attīstības virzieni	Uzņēmuma sasniegumi
LV	AS "Alfa RPAR" (1959)	3,52 milj. €	152 darbinieki	5 projekti ERAF un Nacionālais attīstības plāns 2020 ietvaros	Projektē un ražo mikroelektronikas komponentes un pielietojamās elektorniskās ierīces	4 – Dizains 5 - Pamatņu apstrādes ražotne	Taivāna, Koreja, Ķīna, Taizeme, Meksika	2021.gadā uzsākta inovatīvu Hi-End audio pastiprinātāju AS401 ražošana.
LV	AS "RD ALFA Mikroelektronikas departaments" (2002)	1,18 milj. €	50 darbinieki	Nacionālais attīstības plāns 2020, Nacionālais attīstības plāns 2027, Eiropas Savienības struktūrfondi	HiRel, RadHard un ITAR brīvo analoģo Integrālo Shēmu (IC) projektēšanā un ražošanā komercindustrijai, aviācijai un aizsardzībai.	4 – Dizains; 7 - Gala produkts	Latvija, Itālija, ASV	Uzņēmumam izdevies veiksmīgi izstrādāt un pārbaudīt αRD124A - četrkāšo operacionālo pastiprinātāju, pārspējot ASV ražotāju ekvivalentus un demonstrējot izcilu starojuma izturību. Šis sasniegums, kā arī gaidāma ESA sertifikācija, sola lielu komerciālo panākumu kosmosa industrijas tirgū
LV	SIA "Ubiquiti (Latvia)" (2014)	14 milj. €	120 darbinieki	Nav informācijas	Programmatūras testēšana (Latvijā)	6 - "Back-end", jeb pakārtotie procesi	ASV, pasaule	Izveidota profesionāla programmatūras testēšanas komanda
LV	SIA "Fiber Optical Solution" (2011)	4 875 947 €	86 darbinieki; Komunikācija ar Rīgas Tehnisko Universitāti par maģistru studiju praktiskajiem	Vairāki projekti - Nacionālais attīstības plāns 2020, ERAF	Šķiedru optisko žiroskopu ražošana un sistēmas.	7 - Gala produkts līdz 8 - Iespiedplates	Galvenie tirgi ES, ASV, Kanāda un Lielbritānija, izvairoties no tirgiem, kas saistīti ar tādām valstīm kā Ķīna un Vjetnama. Uzņēmuma mērķis ir izstrādāt nišas pusvadītāju tehnoloģijas, potenciāli militārām vajadzībām, sadarbojoties ar valdībām, lai nodrošinātu tirgus daļu.	Saņemts valsts aizsardzības uzņēmuma nosaukums. Sāka ar 4 darbiniekiem, tagad tie ir 86 cilvēki. Piegādā produktus 20 valstīm, sadarbojas ar NASA.
LV	AS "SAF Tehnika" (1999)	37,26 milj. €	272 darbinieki, sadarbība ar LU	Nacionālais attīstības plāns 2027, ERAF	mikroviļņu datu pārraides iekārtu, mērierīču un bezvadu sensoru ražošana	7 - Gala produkts līdz 8 - Iespiedplates	Eiropa, ASV, Āfrika, Āzija, Dienvidamerika u.c.	Radīti vairāki unikāli produkti — nākamās paaudzes mikroviļņu datu pārraides platforma Integra, pasaulē mazākais mikroviļņu spektra analizators Spectrum Compact un signāla ģenerators SG Compact.
LV	SIA "SMD Baltic" (2017)	11 833 049 €	113 darbinieki, sadarbojas ar Daugavpils Tehnoloģiju un tūrisma tehnikumu	LIAA, ERAF projektu investīcijas	Ražo augstās tehnoloģijas – elektroniskās plātes un elektroniskos komponentus	8 - Iespiedplates	Latvija, Lietuva, Polija, Vācija, Francija, Beļģija, Kanāda, ASV, Āfrika	Nav informācijas

Valsts	Uzņēmuma nosaukums (reģistrācijas gads)	Apgrozījums 2022. gadā	Darbinieku skaits, saistība ar augstskolām	Investīciju apjomi un avoti	Produktu/pakalpojumu apraksts, patentu portfelis	Vieta pusvadītāju vērtību ķēdē	Mērķa tirgi un attīstības virzieni	Uzņēmuma sasniegumi
LV	SIA "Volburg" (1996)	9 365 921 €	75 darbinieki	Nacionālais attīstības plāns 2020, ERAF	montētu elektronikas iespiedplašu (PCB) un moduļu ražošana	8 - Iespiedplates	Latvija, Vācija, Zviedrija, Norvēģija, Dānija, Somija un Lielbritānija	Nav informācijas
LV	AS "HansaMatrix" (1999)	29 milj. €	500-600 darbinieki; Organizē klases Ogres Valsts tehnikumā, sadarbība ar RTU	Eiropas Investīciju banka (EIB) ir apstiprinājusi 10 miljonu € ilgtermiņa kvazikapitāla finansējumu	Prototipēšana, industrializācija, iespiedshēmu montāža, plastmasas detaļu spiedlēšana, augstās precizitātes materiālu apstrāde, pēcpārdošanas pakalpojumu remonts.	8 - Iespiedplates	Baltija, ES valstis un ārpus ES (6%)	Stratēģiskie mērķi - tuvāko 5 gadu laikā divkārtot ražošanas apjomu. Biznesa efektivitātes asociācijas (BEA) atzinība 2017. gadā kā efektīvam ražošanas uzņēmumam
LV	SIA "Mikrotīkls" (1996)	334 milj. €	354 darbinieki, mecenāti LU, RTU	Nav informācijas	Ražo MikroTik RouterOS programmatūru un RouterBOARD maršrutētājus	9 - Gala produkts	ASV, Polija, Čehija, Indonēzija, AAE, Itālija, Spānija, Vācija u.c.	Eksporta un inovācijas balva 2022. kategorijā "Eksporta čempions". 2019. gadā saņēma Pasaules Intelektuālā īpašuma organizācijas atbalstīto uzņēmumu inovatīvu komerciālo stratēģiju atbalstam
LV	SIA "Latvijas mobilais telefons" (1994)	165 milj. €	695 darbinieki; sadarbība ar Vidzemes augstskolu, tehnoloģisks atbalsts RTU zinātkāres centram.	Nav informācijas	Nav informācijas	9 - Gala produkts	Latvija; attīstīt inovatīvu tehnoloģiju projektus vairākās inovāciju vertikālēs – transporta sistēmās, dronu vadības sistēmās, pilsētas sensorikā.	Saņēmis Latvijas Drošības un aizsardzības industriju federācijas atbalstīto divās nominācijās par ievērojamiem sasniegumiem – nominācija "Pētniecība" saņemta balva par LMT "iMUGS" pētījuma rezultātu prezentāciju, kategorijā "Eksports" iegūta balva par aizsardzības inovāciju 5G testa vidi Ādažu militārajā bāzē.
LT	Litalka-Elektroni, UAB (1994)	3 092 272 €	116 darbinieki	Nav informācijas	Projektē un ražo elektroniku pazīstamiem elektronikas iekārtu ražotājiem (puteķļu sūcēji, veļas mazgājamās mašīnas, elektroinstrumenti un citi)	3 - Intelektuālais īpašums un elektroniskā dizaina automatizācija; 4 - Dizains	Nav informācijas	Nav informācijas
LT	Lime microsystems, UAB (2005)	nav informācijas, 2021.g.- 663 578 €	13 darbinieki; Vilniaus Gedimino tehniskās universitātes	ACT Venture Capital; 3 pūļa finansējuma kampaņas	Specializējas uz lauka programmējamo RF (FPRF) raidzvērinātāju, SDR platformu un ekosistēmas tehnoloģiju izstrādē nākamās paaudzes bezvadu platjoslas sistēmām	4 - Dizains	Lielbritānija, Eiropa, ASV, Ķīna	"Secure 5G Platform", projekts saņēmis IET izcilības un inovāciju balvu "IET Excellence and Innovation Awards 2023"

Valsts	Uzņēmuma nosaukums (reģistrācijas gads)	Apgrozījums 2022. gadā	Darbinieku skaits, saistība ar augstskolām	Investīciju apjomi un avoti	Produktu/pakalpojumu apraksts, patentu portfelis	Vieta pusvadītāju vērtību ķēdē	Mērķa tirgi un attīstības virzieni	Uzņēmuma sasniegumi
LT	SI FEMTO, UAB (2008)	514 215 €	18 darbinieki	Nav informācijas	Specializējas ātrgaitas jaukto signālu, analogo, RF un digitālo integrālo shēmu projektēšanā un konsultāciju sniegšanā:	4 - Dizains	Nav informācijas	Nav informācijas
LT	Vilniaus Ventos puslaidinīkiai, UAB (1999)	6 650 562 €	250 darbinieki	Nav informācijas	Specializējas pusvadītāju ierīču ražošanā (diodes, TRIACS, triastori)	6 - "Back-end", jeb pakārtotie procesi	Lietuva, Itālija, Skandināvijas valstis, Lielbritānija	nav informācijas
LT	Littelfuse LT, UAB (1993)	53 666 000 €	491 darbinieks	Nav informācijas	Ražo plašu un inovatīvu drošinātāju klāstu, kā arī dažādus automobiļu sensoru produktus, akumulatoru vadības ierīces un akumulatoru mini pārtraucējus	7 - Gala produkts; 9 - Gala produkts	Littelfuse ir globāla kompānija, tirgus - Ziemeļamerika, Dienvidamerika, Eiropa, Āzija	2019 un 2020.gadā saņemta General Motors piegādātāju izcilības balva
LT	HELLA Lithuania, UAB (2017)	69 280 720 €	391 darbinieks	Nav informācijas	Specializējas mehānisko transportlīdzekļu elektrisko un elektronisko iekārtu ražošanā. Uzņēmuma produktu portfelis ietver inovatīvas apgaismes sistēmas, augstas veiktspējas elektroniku	9 - Gala produkts	Vācija, Čehija, Nīderlande	Saņemts apbalvojums "Gada investīcija 2018"
EE	Tallinna Elektrotehnika Tehas "Estel" AS (2000)	7 465 936 €	86 darbinieki, sadarbībā ar vairākām skolām un augstskolām, nodrošina praktiskās studijas profesionāļu uzraudzībā (Tallinas Tehniskā universitāte, Materiālu Tehnoloģiju Institūts u.c.)	ERDF 290904 € (10 granti); ESF 26 289 € (1 grants)	Izstrādā, ražo un piegādā dažādas jaudas pārveidotāju iekārtas un jaudas pusvadītājus. Portfolio ir vairāk nekā 200 veidu jaudas pusvadītāju ierīces	2 - Kapitāla iekārtas	Eiropa; Apvienotie Arābu Emirāti; Kuba, Malaizija, Maroka u.c.	2022. gadā TET Estel ieguva titulu "Spēcīgākais Igaunijā" un "Spēcīgākais 5 gadu laikā"

Valsts	Uzņēmuma nosaukums (reģistrācijas gads)	Apgrozījums 2022. gadā	Darbinieku skaits, saistība ar augstskolām	Investīciju apjomi un avoti	Produktu/pakalpojumu apraksts, patentu portfelis	Vieta pusvadītāju vērtību ķēdē	Mērķa tirgi un attīstības virzieni	Uzņēmuma sasniegumi
EE	Testonica lab oü (2005)	202 599 €	8 darbinieki, Tallinas Tehnoloģiju universitāte, Gracias Tehnoloģiju universitāte, Tventes Universitāte, Lundas Universitāte, Hamm-Lippstadt Augstskola	Eiropas Reģionālās attīstības fonds (ERAF), 151 138.00 €	Projektē un testē dažādus elektronikas produktus, 2 patenti.	3 - Intelektuālais īpašums un elektroniskā dizaina automatizācij a; 4 - Dizains	Igaunija	Testonica ir ieviesusi Embedded Virtual Instrumentation tehnoloģiju, plašu IEEE1687 atsaucē standartu bibliotēku un pionierisku IC veselības monitorēšanas tehnoloģiju
EE	MAS - MICRO Analog Systems Oy (1984)	284 880 €	3 darbinieki	Nav informācijas	Mikroshēmu izstrāde	4 – Dizains līdz 7 - Gala produkts;	Igaunija, Somija	Nav informācijas
EE	Testonica LAB OÜ (2005)	202 599 €	8 darbinieki; Lund Universitāte (Zviedrija), Tallinas Tehnoloģiskā universitāte (Igaunija), High School Hamm-Lippstadt (Vācija)	ERDF 201 518 € (2 granti)	Sniedz PCBA testēšanas un mērīšanas pakalpojumus, JTAG risinājumus un FPGA izstrādes projektus	6 - “Back-end”, jeb pakārtotie procesi	Igaunija, Dānija, Vācija, Izraēla, Zviedrija	Izgudrojuši un laiduši tirgū Iegulto Virtuālo Instrumentu tehnoloģiju, IEEE1687 etalonu etalonu bibliotēku un novatorisku IC veselības uzraudzības tehnoloģiju
EE	Éolane Tallinn (1996)	64 958 016 €	350 darbinieki; sadarbojas ar vairākām universitātēm	Nav informācijas	Specializējas augstas kvalitātes vidēja apjoma ražošanā ar 6 SMT līnijām, selektīvo lodēšanu un 2 viļņu lodēšanas līnijām	8 – Iespiedplates; 9 - Gala produkts	Igaunija un dažādas pasaules valstis. Zaļās enerģijas attīstības jautājumi, uzņēmuma ilgtspēja, produktu diversifikācija. Dienvidu tirgus eksporta palielināšana	Saņemta EcoVadis sudraba medaļa
EE	Fineltec Baltijas OÜ (1993)	2 040 000 €	61 darbinieks	EAS 10 000 €	Nodrošina Elektronikas Ražošanas Pakalpojumus (ERP), ietverot līguma ražošanu un montāžas	8 – Iespiedplates; 9 - Gala produkts	Igaunija, Somija, citas ES valstis	Saņemta EcoVadis sudraba medaļa

Valsts	Uzņēmuma nosaukums (reģistrācijas gads)	Apgrozījums 2022. gadā	Darbinieku skaits, saistība ar augstskolām	Investīciju apjomi un avoti	Produktu/pakalpojumu apraksts, patentu portfelis	Vieta pusvadītāju vērtību ķēdē	Mērķa tirgi un attīstības virzieni	Uzņēmuma sasniegumi
					pakalpojumus elektronikai, elektro-mehānikai un vadu komplektiem			
EE	GPV Estonia AS (2004)	190 827 315 €	834 darbinieki; Šrilankā nodrošina izglītību maznodrošināto ģimeņu bērniem	Igaunijas uzņēmējdarbības attīstības fonds 500 €; Igaunijas valsts fonds "Enterprise Estonia" 99 271 € (14 granti)	Piedāvā sarežģītus elektronikas, kabeļu montāžas, mehatronikas un korpusa salikšanas risinājumus, ieskaitot dizainu un inženieriju, kā arī testēšanu	8 – Iespiedplates; 9 - Gala produkts	Igaunija, Ķīna, ES valstis, Indija, Singapūra, ASV. Sekot nulles oglekļa ambīcijām un nodrošināt piegādes ķēdes noturību	2010. gadā AS Enics Eesti saņēma Igaunijas Kvalitātes asociācijas ikgadējo vadības kvalitātes balvu lielo uzņēmumu kategorijā. 2014. gadā Igaunijas Izglītības un pētniecības ministrija atzina Enics Eesti AS ar gada apmācībai draudzīgākā uzņēmuma titulu
EE	INCAP Electronics Estonia OÜ (2000)	31 154 405 €	132 darbinieki; Bakalaura studiju stipendijas Inženierzinātņu skolā vai programmatūras izstrāde un programmēšana Informācijas Tehnoloģiju skolā	Uzņēmumu attīstības fonds (EAS), ESF 67 432 € (10 granti); ERAF 6835 €; Igaunijas uzņēmējdarbības attīstības fonds 15000 €	Specializējas plašā elektronikas ražošanas pakalpojumu klāstā, ieskaitot prototipēšanu un inženieriju, datorizētu drukāto shēmu montāžas ražošanu, korpusu montāžu	8 – Iespiedplates; 9 - Gala produkts	Igaunija, ASV, Latvija, Zviedrija, Vācija, Somija, Lielbritānija, Dānija, Šveice	Uzņēmējdarbības balva 2021. gadā kategorijā "Ārvalstu Investors". Piedalījies kopuzņēmumā, kura rezultātā tika radītas elektroniskās iekārtas, kas tika izmantotas NASA Mēness izpētes kamerās, kā arī veicinājis elektronikas izglītību visā Igaunijā

Var secināt, ka pastāv tematiska plaša starp industriju un pētniecību. Pētniecība bieži notiek jomās, kurās Latvijā nav industrijas pārstāvniecības un otrādi - zinātne nenodrošina industrijai nepieciešamās kompetences un servisu, īpaši tradicionālo pusvadītāju elektronikas jomā. 1.12. tabulā pieejams apkopojums par Baltijas pusvadītāju ķēdes pārstāvētu uzņēmumu investīciju un produktu/pakalpojumu un inovāciju sasniegumiem – jaunuzņēmumi atzīmēti ar zaļu krāsu. Ir redzams, ka ir katastrofāli zems jaunuzņēmumu skaits, kas liecina, ka dažādu pētījumu rezultāti ir nepietiekami attīstīti, tiem ir pārāk zems TRL (tehniskās gatavības līmenis), lai tos komercializētu. Tas atspoguļojās mūsu tuvāko kaimiņvalstu Lietuvas un Igaunijas ievērojami labākās pozīcijas inovāciju reitingā, pretstatā Latvijas 37. pozīcija 132 valstu konkurencē (Avots: Global Innovation Index 2023, https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2023).

Tabula 1.12 Baltijas valstu uzņēmumu pārskats

Valsts	Uzņēmuma nosaukums	Apgrozījums 2022. gadā	Darbinieku skaits, saistība ar augstskolām	Investīciju avoti	Produktu/pakalpojumu apraksts, patenti portfelis
LV	SIA "WISEBERG TECHNOLOGY" (Jaunuzņēmums)	0 €	7 darbinieki; nodrošina praksi 3-4 Čehijas augstskolu elektronikas nozares studentiem	Eiropas fondi	Nodrošina pilnu EMS pakalpojumu klāstu, sākot no prototipa izstrādei beidzot ar iespaidplašu montāžu un produktu iepakojšanu.
LV	SIA "OG SENSE" (Jaunuzņēmums)	0 €	4 darbinieki. Sadarbojas ar LU Cietvielu fizikas institūtu, Rīgas Tehnisko universitāti, Elektronikas un datorzinātņu institūtu	Seedbed inkubators, EIT Food	Izstrādā optisko gāzu sensoru, kas nosaka amonjaka līmeni gaisā
LV	AS "KEPP EU" (1970)	225 000 €	7 darbinieki; sadarbība ar Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūtu	Nacionālais attīstības plāns 2020, Eiropas Savienības struktūrfondi; Kohēzijas fonds; Eiropas Inovācijas padomes un MVU izpildaģentūra	Iekārtu izveide, tehnoloģiju izstrāde, inovatīvu materiālu ražošana. Silīcija tehnoloģijās - vairāk kā 20 autorapliecības; 3 patenti Krievijā
LV	AS "RD ALFA MIKROELEKTRONIKAS DEPARTAMENTS"	1,18 milj. €	50 darbinieki	Nacionālais attīstības plāns 2020, Nacionālais attīstības plāns 2027, Eiropas Savienības struktūrfondi	HiRel, RadHard un ITAR brīvo analogo Integrālo Shēmu (IC) projektēšanā un ražošanā komercindustrijai, aviācijai un aizsardzībai.
LV	AS ALFA RPAR (1959)	3,52 milj. €	152 darbinieki	5 projekti ERAF un Nacionālais attīstības plāns 2020 ietvaros	projektē un ražo mikroelektronikas komponentes un pielietojamās elektromiskās ierīces
LV	SIA "BALTIC SCIENTIFIC INSTRUMENTS" (1994)	4,34 milj. €	73 darbinieki, ERAF projekts ar RTU	ERAF, Latvijas Investīciju un attīstības aģentūra, Nacionālais attīstības plāns 2020	specializējas spektrometriskās analīzes ierīču izstrādē un ražošanā, pamatojoties uz pusvadītāju un scintilācijas starojuma detektoriem
LV	SIA MIKROTĪKLS (1996)	334 milj. €	354 darbinieki, mecenāti LU, RTU	Nav informācijas	Ražo MikroTik RouterOS programmatūru un RouterBOARD maršrutētājus
LV	AS "HANSAMATRIX"	29 milj. €	500-600 darbinieki; Organizē klases Ogres Valsts tehnikumā, sadarbība ar RTU	Eiropas Investīciju banka (EIB) ir apstiprinājusi 10 miljonu € ilgtermiņa kvazikapitāla finansējumu	Prototipēšana, industrializācija, iespaidshēmu montāža, plastmasas detaļu spiedlēšana, augstās precizitātes materiālu apstrāde, pēcpārdošanas pakalpojumu remonts.
LV	SIA "UBIQUITI (LATVIA)"	14 milj. €	120 darbinieki	Nav informācijas	Programmatūras testēšana (Latvijā)
LV	SIA "LATVIJAS MOBILAIS TELEFONS"(1994)	165 milj. €	695 darbinieki; sadarbība ar Vidzemes augstskolu, tehnoloģisks atbalsts RTU zinātkāres centram.	Nav informācijas	Nav informācijas
LV	SIA "SMD BALTIC" (2017)	11 833 049 €	113 darbinieki, sadarbības ar Daugavpils Tehnoloģiju un tūrisma tehnikumu	LIAA, ERAF projektu investīcijas	Ražo augstās tehnoloģijas – elektroniskās plates un elektroniskos komponentus
LV	SIA "SIDRABE VACUUM"	504 183 €	28 darbinieki; Latvijas cievielu fizikas institūts, RTU; Tallinas tehnoloģiju universitāte, Latvijas Universitāte, Latvijas Biomedicīnas pētījumu un studiju centrs	LIAA, ERAF, Nacionālais attīstības plāns 2020, SOLIDIFY	Projektē un ražo vakuuma pārklājumu sistēmas un izstrādā unikālas plāno kārtiņu tehnoloģijas
LV	SIA "Fiber Optical Solution"	4 875 947 €	86 darbinieki; Komunikācija ar Rīgas Tehnisko Universitāti par maģistru studiju praktiskajiem	Vairāki projekti - Nacionālais attīstības plāns 2020, ERAF	Šķiedru optisko žiroskopu ražošana un sistēmas.

Valsts	Uzņēmuma nosaukums	Apgrozījums 2022. gadā	Darbinieku skaits, saistība ar augstskolām	Investīciju avoti	Produktu/pakalpojumu apraksts, patentu portfelis
LV	SIA "VOLBURG"	9 365 921 €	75 darbinieki	Nacionālais attīstības plāns 2020, ERAF	montētu elektronikas plašu (PCBA) un moduļu ražošana
LV	AS "SAF TEHNIKA"	37,26 milj. €	272 darbinieki, sadarbība ar LU	Nacionālais attīstības plāns 2027, ERAF	mikrovilņu datu pārraides iekārtu, mērierīču un bezvadu sensoru ražošana
LT	UAB "LIME MICROSYSTEMS" (2005)	nav informācijas, 2021.g.- 663 578 €	13 darbinieki; Vilniaus Gedimino tehnikos universitetas	ACT Venture Capital; 3 pūļa finansējuma kampaņas	Specializējas uz lauka programmējamo RF (FPRF) raidzvēvētāju, SDR platformu un ekosistēmas tehnoloģiju izstrādē nākamās paaudzes bezvadu platjoslas sistēmām
LT	BPTI RF, UAB (2019) (Jaunuzņēmums)	nav informācijas, 2021.g.- 9 504 €	3 darbinieki; Baltic Institute of Advanced Technology (BPTI)	Eiropas Savienības Fondu Investīciju operatīvā programma 2014–2020; prioritāte "Pētniecības, eksperimentālās attīstības un inovācijas veicināšana"	Galvenie produkti - platjoslas RF un mm viļņu integrētas shēmas un hibrīda komponenti. Kompetence dažādās tehnoloģijās: CMOS; SiGe BiCMOS; GaAs/GaN.
LT	SI FEMTO, UAB (2008)	514 215 €	18 darbinieki	Nav informācijas	Specializējas ātrgaitas jaukto signālu, analoģo, RF un digitālo integrālo shēmu projektēšanā un konsultāciju sniegšanā:
LT	BROLIS DEFENCE GROUP (2019) (Jaunuzņēmums)	10 459 769 €	2 darbinieki	Eiropas Komisija; LitCapital	Pusvadītāju ierīču izstrādē BROLIS, izmantojot vismodernāko III-V pusvadītāju izgatavošanas metodes - molekulārā staru kūļa epitaksiju (MBE).
LT	BROLIS SENSOR TECHNOLOGY (2019) (Jaunuzņēmums)	369 050 €	56 darbinieki	Finansējuma kampaņas - 15 miljoni €; Eiropas Investīciju banka (EIB) - 7,5 miljoni €, Eiropas Garantiju fonds (EGF)	Izstrādā un ražo nākamās paaudzes infrasarkanā lāzera sensoru sistēmas
LT	VILNIAUS VENTOS PUSLAIDINĪKĀI (1999)	6 650 562 €	250 darbinieki	Nav informācijas	Specializējas pusvadītāju ierīču ražošanā (diodes, TRIACS, triastori)
LT	LITTELFUSE LT, UAB (1993)	53 666 000 €	491 darbinieks	Nav informācijas	Ražo plašu un inovatīvu drošinātāju klāstu, kā arī dažādus automobiļu sensoru produktus, akumulatoru vadības ierīces un akumulatoru mini pārtraucējus
LT	UAB HELLA LITHUANIA (2017)	69 280 720 €	391 darbinieks	Nav informācijas	Specializējas mehānisko transportlīdzekļu elektrisko un elektronisko iekārtu ražošanā. Uzņēmuma produktu portfelis ietver inovatīvas apgaismes sistēmas, augstas veiktspējas elektroniku
LT	LITALKA-ELEKTRONI UAB (1994)	3 092 272 €	116 darbinieki	Nav informācijas	Projektē un ražo elektroniku pazīstamiem elektronikas iekārtu ražotājiem (putekļu sūcēji, veļas mazgājamās mašīnas, elektroinstrumenti un citi)
EE	TALLINNA ELEKTROTEHNIKA TEHAS ESTEL AS (2000)	7 465 936 €	86 darbinieki, sadarbībā ar vairākām skolām un augstskolām, nodrošina praktiskās studijas profesionāļu uzraudzībā (Tallinas Tehniskā universitāte, Materiālu Tehnoloģiju Institūts u.c.)	ERDF 290904 € (10 granti); ESF 26 289 € (1 grants)	Izstrādā, ražo un piegādā dažādas jaudas pārveidotāju iekārtas un jaudas pusvadītājus. Portfolio ir vairāk nekā 200 veidu jaudas pusvadītāju ierīces
EE	TESTONICA LAB OÜ (2005)	202 599 €	8 darbinieki; Lund Universitāte (Zviedrija), Tallinas Tehnoloģiskā universitāte (Igaunija), High School Hamm-Lippstadt (Vācija)	ERDF 201 518 € (2 granti)	Sniedz PCBA testēšanas un mērīšanas pakalpojumus, JTAG risinājumus un FPGA izstrādes projektus
EE	SKUDO OÜ (2019) (Jaunuzņēmums)	118 270 €	2 darbinieki	ESA Eiropas kosmosa aģentūra, Igaunijas Biznesa Inkubatoru centrs; an ESABIC Alumni	Specializējas aparatūrā balstītos šifrēšanas risinājumos, jo īpaši izmantojot "viss vienā" FPGA mikroshēmas. Piedāvā padziļinātas kibernetikas un uz aparatūru balstītos šifrēšanas pakalpojumus augsta līmeņa nišas tirgiem, piemēram, kosmosa, kritiskās infrastruktūras un lietu interneta jomā.
EE	ÉOLANE TALLINN (1996)	64 958 016 €	350 darbinieki; sadarbojas ar	Nav informācijas	Specializējas augstas kvalitātes vidēja apjoma ražošanā ar 6 SMT līnijām,

Valsts	Uzņēmuma nosaukums	Apgrozījums 2022. gadā	Darbinieku skaits, saistība ar augstskolām	Investīciju apjomi un avoti	Produktu/pakalpojumu apraksts, patentu portfelis
			vairākām universitātēm		selektīvo lodēšanu un 2 viļņu lodēšanas līnijām
EE	FINELTEC BALTIJAS OÜ (1993)	2 040 000 €	61 darbinieks	EAS 10 000 €	Nodrošina Elektronikas Ražošanas Pakalpojumus (ERP), ietverot līguma ražošanu un montāžas pakalpojumus elektronikai, elektro-mehānikai un vadu komplektiem
EE	GPV ESTONIA AS (2004)	190 827 315 €	834 darbinieki; Šrilankā nodrošina izglītību maznodrošināto ģimeņu bērniem	Igaunijas uzņēmējdarbības attīstības fonds 500 €; Igaunijas valsts fonds "Enterprise Estonia" 99 271 € (14 granti)	Piedāvā sarežģītus elektronikas, kabeļu montāžas, mehatronikas un korpusa salikšanas risinājumus, ieskaitot dizainu un inženieriju, kā arī testēšanu
EE	INCAP ELECTRONICS ESTONIA OÜ (2000)	31 154 405 €	132 darbinieki; Bakalaura studiju stipendijas Inženierzinātņu skolā vai programmatūras izstrāde un programmēšana Informācijas Tehnoloģiju skolā	Uzņēmumu attīstības fonds (EAS), ESF 67 432 € (10 granti); ERAF 6835 €; Igaunijas uzņēmējdarbības attīstības fonds 15000 €	Specializējas plašā elektronikas ražošanas pakalpojumu klāstā, ieskaitot prototipēšanu un inženieriju, datorizētu drukāto shēmu montāžas ražošanu, korpusu montāžu
EE	MAS - MICRO ANALOG SYSTEMS OY (1980)	284 880 €	3 darbinieki	Nav informācijas	Mikroshēmu izstrāde
EE	TESTONICA LAB OÜ (2005)	202 599 €	8 darbinieki, Tallinas Tehnoloģiju universitāte, Gracas Tehnoloģiju universitāte, Tventes Universitāte, Lundas Universitāte, Hamm-Lippstadt Augstskola	Eiropas Reģionālās attīstības fonds (ERAF), 151 138.00 €	Projektē un testē dažādus elektronikas produktus, 2 patenti.

Kopumā var secināt, ka šobrīd lielākā daļa Baltijas uzņēmumu, kuri pārstāv pusvadītāju vērtību ķēdi, darbojas jau ilgstoši (ir dibināti vairāk kā 10 gadus atpakaļ) – tie uzņēmumi, kuri nepārstāv 8. un 9. vērtības ķēžu posmu sadarbojas ar pētniecības iestādēm tehnoloģiju attīstībā, bet pieejamās infrastruktūras un speciālistu dēļ saskaras ar izaicinājumiem konkurēt globālajā tirgū, un mērogojot pakalpojumus. Tieši dizaina, materiālu izpēti un fabless (bezražotņu) pieejas ir tikušas piemērotas Baltijā. Ir skaidrs, ka nerisinot darbaspēka trūkumu, jaunuzņēmumiem būs ārkārtīgi grūti ienākt tirgū un mērogojot izaugsmi.

1.3.1. Lietuvas un Igaunijas pusvadītāju jaunuzņēmumu un inovāciju galvenās problēmas un izaicinājumi:

Tā kā pētījuma gaitā vairākas reizes tika secināts, ka sadarbība Baltijas reģionam valstu starpā ir liela nozīme ilgtermiņa pusvadītāju nozares stratēģiskā attīstībā, ir svarīgi apskatīt kaimiņvalstu plānus nākamajiem 5-10 gadiem. Lai gūtu papildus ieskatus Lietuvas un Igaunijas jaunuzņēmumu un inovāciju esošajā situācijā, tika apskatīti divi pēdējos 2 gados veikti pētījumi:

1. “Dziļo tehnoloģiju attīstības alternatīvās trajektorijas un to ietekme uz Igauniju” [Sūvatehnoloogiate alternatiivsed arengutrajektooriid ja nende tähendus Eestile), Avots: <https://arenguseire.ee/raportid/suvatehnoloogiate-alternatiivsed-arengutrajektooriid-ja-nende-tahendus-eestile/>]
2. “Lietuvas Pusvadītāju nozares Pārskats” [Lietuvos puslaidininkiu Sektoriaus apžvalga”, Avots: https://mita.lrv.lt/uploads/mita/documents/files/Puslaidininkiu_apzvalga_2022.pdf]

Lietuva

Lietuvas pētījumā tiek izceltas vairākas problēmas, no kurām izteiktākā ir **speciālistu trūkums**: Tas ietekmē gan potenciālo pusvadītāju ekosistēmu izveidi, gan augsto tehnoloģiju rūpniecības attīstību Lietuvā. Piemēram, tikai apmēram 120 studenti gadā tiek sagatavoti fizikas zinātnēs vienīgajā Lietuvas universitātē, kas ir nepietiekami, ņemot vērā pieprasījumu, piemēram, Lietuvas lāzertechnoloģiju un optometrikas industrijā. Papildus tam, pētījums uzsvēr **zemas pievienotās vērtības radošu produktu īpatsvaru** - lielākā daļa Lietuvas rūpniecības neražo augstas pievienotās vērtības preces un nav atvērta zinātnei, kavējot inovācijas pusvadītāju un mikroelektronikas nozarēs. Ir izcelti arī izaicinājumi ar **intelektuālā īpašuma pārvaldības jautājumi**: ir nepietiekama izpratne par patentēšanas procesiem un to nozīmi, kā arī nelabvēlīga vide privātā biznesa un zinātnisko iestāžu kopīgiem projektiem (birokrātija, iepirkumu procedūru ierobežojumi, un pārāk lielā valsts iestāžu kontrole. Vērtējot atbalsta instrumentu pieejamību, tiek uzsvērts **nodokļu atvieglojumu trūkums**: Lietuvā piemērotās nodokļu atlaides ir orientētas tikai uz peļņu nesošu biznesu, nevis pētniecībā un attīstībā un tādēļ pieejamība pusvadītāju jomas jaunuzņēmumiem un jauniem virzieniem ir ierobežota. Tiek minēts arī **realizācijas tirgu trūkums**: Lietuva nav zināma kā uzticams mikroelektronikas un čipu piegādātājs, tādēļ tai trūkst tiešu saikņu ar starptautiskajām čipu piegādes ķēdēm.

Lietuvas pusvadītāju nozares stratēģija nākamajiem 5-10 gadiem ietver vairākas galvenās jomas: pētniecību/akadēmiju, valdības politiku, privāto sektoru un rūpniecību. Stratēģijā ir uzsvēta nepieciešamība veicināt STEM (zinātne, tehnoloģijas, inženierzinātne, matemātika) izglītības interesi, lai sagatavotu kvalificētus speciālistus nozarē. Universitātes un zinātniskie institūti tiek mudināti stiprināt to kompetences un infrastruktūru pusvadītāju materiālu, to apstrādes un optoelektronikas jomās, veicinot inovācijas un augstas pievienotās vērtības ražošanu.

Valdības politika ir vērsta uz nozares ekosistēmas stiprināšanu, veicinot starpnozaru sadarbību, izmantojot valsts atbalsta programmas un veicinot starptautisko sadarbību. Privātais sektors tiek mudināts ieguldīt inovācijās un sadarboties ar zinātniskajām iestādēm, lai kopīgi veicinātu tehnoloģisko attīstību un starptautisko konkurētspēju.

Industrijas aspektā Lietuva plāno izcelties kā pasaules līmeņa pusvadītāju MTEP (materiālu tehnoloģiju un elektronikas priekšmetu) centrs, veicinot fundamentālus zinātniskus pētījumus un inovācijas pusvadītāju jomā. Lietuvas lāzertechnoloģiju sektors varētu spēlēt nozīmīgu lomu, kļūstot par galveno pusvadītāju ražošanai nepieciešamo iekārtas piegādātāju. Turklāt Lietuva apsver iespēju kļūt par pusvadītāju ražotāju, izmantojot dažādus modeļus, tostarp front-end un back-end ražošanu, kā arī bezražotņu pusvadītāju ražošanas modeli. Teltonika, tehnoloģiju uzņēmums Lietuvā, plāno līdz 2027. gadam sākt pusvadītāju ražošanu, izmantojot Taivānas tehnoloģiju. Šis projekts ietver 14 miljonu eiro vērtu sadarbības līgumu ar Taivānas Industriālo Tehnoloģiju Pētniecības Institutu, ieskaitot 10 miljonu eiro atbalstu no Taivānas Ārlietu ministrijas.

Kopumā Lietuvas pusvadītāju nozares stratēģija ir orientēta uz ilgtermiņa attīstību, akcentējot izglītību, inovācijas, starptautisko sadarbību un tehnoloģisko kompetenci, lai nodrošinātu konkurētspēju un progresu šajā strauji augošajā nozarē.

Igaunija

Kā viena no Igaunijas augsto tehnoloģiju nozares galveno problēmām un izaicinājumiem tiek minēta – **tehnoloģiju attīstība**: globālā tendence ir uz miniaturizāciju un jaudas palielināšanu, bet pastāv fizikāli ierobežojumi, piemēram, siltuma izvadīšana un procesoru darba uzticamība, tādēļ jāveicina **materiālu inovācijas**: Jaunie materiāli un metodes, kā arī atvērtās arhitektūras, piemēram, RISC-V (atvērta standarta instrukciju kopas arhitektūra (ISA), kas balstīta uz vispāratzītiem samazinātu instrukciju kopu datoru (RISC) principiem.),

lai paaugstinātu enerģijas efektivitāti un darbības ātrumu. Tiek uzsvērts, ka šobrīd Igaunijā ir **čipu ražošanas iespēju trūkums**: Igaunijā šobrīd nav čipu ražošanas, un plaša mēroga čipu ražošanas investīcijas tiek uzskatītas par nepamatotām, ņemot vērā Igaunijas ģeopolitisko stāvokli un resursu nepieejamību. Pētījumā arī tiek uzsvērtā nepietiekamā **sadarbība ar kaimiņvalstīm pusvadītāju jomā**: Igaunija uzsver nepieciešamību sadarboties ar kaimiņvalstīm, piemēram, Lietuvu, kur tiek veiktas nozīmīgas investīcijas pusvadītāju tehnoloģiju attīstībā. **Čipu ražošanas potenciāls neliela apjoma un speciālās risinājumu ražošanā**: Igaunijas eksperti uzsver čipu ražošanas potenciālu mazā apjoma un speciālo risinājumu ražošanā, ņemot vērā Igaunijas spēcīgo elektronikas ražošanas nozari.

Igaunijas pusvadītāju nozares stratēģija nākamajiem 5-10 gadiem koncentrējas uz pētniecību, akadēmiju, valdības politiku, privāto sektoru un rūpniecību, un tās galvenais mērķis ir veicināt inovācijas un tehnoloģisku attīstību. Stratēģijā ir iekļauts uzsvērums uz zinātnisko pētniecību un tehnoloģiju attīstību, atbalstot jauninājumus un tehnoloģisko kompetenci.

Valdības politika ir vērsta uz nozares atbalstu un starpnozaru sadarbību, veicinot inovatīvu produktu izstrādi un starptautisko sadarbību. Privātais sektors tiek mudināts investēt inovācijās, attīstīt jaunas tehnoloģijas un veicināt sadarbību ar akadēmisko sektoru, lai nodrošinātu tehnoloģiju pāreju no pētniecības līdz komerciālai realizācijai. Uzsvars tiek likts arī uz tehnoloģiskās izglītības un prasmju attīstību, lai nodrošinātu kvalificētu darbaspēku nozares vajadzībām.

Igaunijas industrijas stratēģija ietver speciālo tehnoloģiju, piemēram, mikro un nanoskaitļošanas, attīstību, koncentrējoties uz augstas pievienotās vērtības produktiem un tehnoloģijām. Tā ietver arī plānus par ilgtspējīgu un inovatīvu tehnoloģiju attīstību, kas atbilst globālajām tendencēm un tirgus prasībām, kā arī nodrošina Igaunijas konkurētspēju starptautiskajā līmenī.

Igaunijā tiek akcentēta mikroshēmu tehnoloģijas attīstīšana, nevis masveida ražošana. Uzsvars tiek likts uz mazo sēriju un specializētu risinājumu izstrādi, izmantojot esošās tehnoloģijas un zināšanas. Valdība un akadēmiskās institūcijas atbalsta inovācijas un pētniecību, bet liela mēroga mikroshēmu ražošana netiek uzskatīta par ekonomiski izdevīgu.

1.4. Kopsavilkums un apkopojums: Latvijas pusvadītāju nozares novērtējums

Baltijas reģiona pusvadītāju nozares analīze atklāj dinamisku un daudzpusīgu ainu, kurā katrs vērtību ķēdes posms izceļas ar unikālām stiprajām un vājajām pusēm. Šī nodaļas mērķis ir apkopot vispārējās tēmas, kas izriet no pētījuma iepriekšējo daļu rezultātiem, akcentējot Latvijas spējas un ar tām saistītās problēmas. Latvijas vērtību ķēdes posmu izvērtējums apkopots tabulā 1.13.

Tabula 1.13 Latvijas vērtību ķēdes posmu izvērtējums

Vērtību ķēdes posms	Pārskats / Apkopojums	Stiprās puses	Vājās puses
1 - Materiāli	Latvija ir specializējusies uzlabotu materiālu pētniecībā, papildinot globālo pusvadītāju ainavu ar inovācijām, piemēram, čukstošo galeriju modu rezonatoriem.	Spēcīga zinātniska bāze, piemēram, Rīgas Tehniskās Universitātes materiālu zinātne, veicina inovatīvu materiālu attīstību.	Pāreja no laboratorijas mēroga inovācijām uz komerciālu ražošanu ir izaicinājums, trūkst liela mēroga komerciālas ražošanas iespēju.
2 - Kapitāla iekārtas	Modernas iekārtas, piemēram, erbiju dopētas optiskās šķiedras un femtosekunžu frekvenču ķemmes, liecina par spēcīgu infrastruktūru pusvadītāju pētniecībai.	Pieejamība pasaules klases iekārtām un laboratorijām veicina augstas izšķirtspējas pētījumus un tehnoloģiju attīstību.	Nepieciešams stratēģiskais plāns iekārtu uzturēšanai un paplašināšanai, trūkst vietējas iekārtu ražošanas nozares.
3 - Intelektuālais	Iespējama stratēģiska izaugsme intelektuālā īpašuma un	Līderības iezīmes Igaunijā, kas ļautu veidot sadarbību, bet	Pieejamība un ekspertīze elektroniskā dizaina

Vērtību ķēdes posms	Pārskats / Apkopojums	Stiprās puses	Vājās puses
īpašums un elektroniskā dizaina automatizācija	elektroniskās dizaina automatizācijas jomās, ar akadēmisko institūciju un nozares līderu partnerību.	Latvijā trūkst šobrīd gan pētniecības, gan industrijas pārstāvniecība.	automatizācijas rīku izmantošanā ir ierobežota, kas var kavēt dizaina efektivitāti un inovāciju.
4 - Dizains	"Fabless" jeb bezražotņu dizaina pieeja un sensoru izstrādes specializācija ir balstīta uz stiprām akadēmiskām un industriālām sadarbībām.	Dizaina inovācijas ir atbalstītas ar specializētām institūcijām (EDI & MMI) un augsta līmeņa inženierzinātnes prasmēm, uzņēmumiem, kas koncentrējas uz sensoru tehnoloģiju nišu.	Dizaina nozares izaugsme ir ierobežota ar finansējuma un atbalsta struktūru trūkumu.
5 - Pamatņu apstrādes ražotne	"Pamatņu Ražotnes" Latvijā ir senas tradīcijas, jau daudzus gadu desmitus tiek ražotas mikroshēmas uz 3" un 4" silīcija pamatnēm, gan analogas gan arī integrālās shēmas. Neskatoties uz to, ka, tehnoloģijas ir novecojušas, no fundamentālā viedokļa nekas nav mainījies. Šāda pieredze ļaus ātri panākt iekavēto un veikt modernu ražošanu.	Potenciāls attīstīt nišu pamatņu ražošanā, izmantojot universitāšu un institūtu pētījumus, kā arī esošo infrastruktūru izmantot jauno speciālistu apmācībai.	Ieguldījumi un tehnoloģiskās spējas attīstīt pamatņu ražotnes operācijas ir nepietiekamas reģionā.
6 - "Back-end", jeb pakārtotie procesi	Lai gan šobrīd trūkst mērogojama kapacitāte, bet pastāv nozīmīga pētniecības darbība ar plašu sadarbības loku silīcija fotonikas testēšanas un dizaina jomā RTU.	Pētniecības inovācijas var tikt pārnestas uz mērogotiem un plašāka klāsta procesiem, ieņemot noteiktu nišu.	Reģiona spēja apstrādāt visaptverošas back-end operācijas ir ierobežota dēļ specializētu iekārtu trūkuma.
7 - Gala produkts	Ir daļēja pārstāvniecība ar dažām iestādēm, kas lepojas ar uzlabotām iespaidplašu (PCB) dizaina spējām.	Augstas kvalitātes iespaidplašu (PCB) komponentu izstrāde, ko veic pētniecības iestādes, piemēram, EDI.	Ierobežotas ražošanas mēroga un darbības jomas ietekmē spēju apmierināt liela mēroga tirgus pieprasījumu.
8 - Iespiedplates	Inovatīvi PCB dizaini, bet nepieciešama lielāka ražošana un tirgus pieejamība.	Inovatīvi iespaidplašu (PCB) dizaini un materiāli, ko pēta reģions, atbalsta nozares progresu.	Ierobežotas ražošanas spējas un eksporta iespējas mazo apjomu dēļ ierobežo reģiona spēju konkurēt globālā mērogā.
9 - Gala produkts	Spēcīga gala produkta attīstības un montāžas kompetence, ar oriģināliekārtu ražotāja (OEM) sadarbības piemēriem.	Sadarbība ar oriģināliekārtu ražotājiem (OEM) un augstas kvalitātes produkta attīstība norāda uz spēcīgu gala produkta montāžas spēju.	Tirgus pieejamības un eksporta spēju ierobežojumi ietekmē spēju izplatīt produktus globāli.

Materiālu jomā Baltijas reģions ir izveidojis savu nišu uzlabotu materiālu pētniecībā, šo nozari dominē akadēmiskās institūcijas, piemēram, Tartu Universitāte. Tomēr pāreja no laboratorijas mēroga inovācijām uz komerciālu ražošanu joprojām ir izaicinājums. Ir skaidra nepieciešamība aizpildīt šo plaisu ar investīcijām, kas varētu palielināt ražošanu un veicināt nozares attīstību un atpazīstamību globālajā pusvadītāju vērtību ķēdes tirgū. Kapitāla iekārtu pieejamība ir nozīmīga priekšrocība reģionam. Mūsdienīgu un augstas veiktspējas iekārtu, pieejamība, norāda uz pamatu infrastruktūrai, kas spēj atbalstīt augstas izšķirtspējas pētniecību un jaunāko pusvadītāju tehnoloģiju attīstību. Lai gan reģionā ir pieejamas pasaules klases iekārtas, kas veicina augstākā līmeņa pētniecību, ir identificēta nepieciešamība pēc stratēģiskā plāna šo iekārtu uzturēšanai un paplašināšanai, ar ilgtermiņa skatu uz vietējas iekārtu ražošanas nozares veicināšanu.

Intelektuālais īpašums un elektroniskās dizaina automatizācija (EDA) ir stratēģiskās izaugsmes jomas Baltijas pusvadītāju sektorā. Akadēmisko institūciju un nozares līderu partnerība, kas detalizēti aprakstīta uzņēmumu analīzes dokumentā, ilustrē reģiona potenciālu

intelektuālā īpašuma attīstībā. Īpaši jāizceļ Kauņas Tehnoloģiju universitātes veiktās iniciatīvas, kas izvieto reģionu intelektuālajā kartē caur patentiem un intelektuālā īpašuma attīstību. Tomēr paliek iezīmēta nepieciešamība uzlabot piekļuvi intelektuālais īpašuma un elektroniskās dizaina automatizācijas (EDA) rīkiem un ekspertīzi to izmantošanā, kas ir izšķiroši svarīgi, lai veicinātu dizaina efektivitāti un inovāciju.

Dizaina spējas reģionā tiek stiprinātas ar bezražotņu (pusvadītāju dizains, nododot ražošanu ārvalsts uzdevumiem) pieeju, kas saskan ar globālajām tendencēm un atspoguļo Baltijas reģiona spēju pielāgoties mainīgajai tehnoloģiju tirgus ainavai. Šī pieeja, kas balstīta uz stiprām akadēmiskām un industriālām sadarbībām, veicina inovācijas un zināšanu pārnesi, kas ir būtiski, lai veicinātu tehnoloģisko progresu. Tomēr dizaina nozares izaugsme ir ierobežota ar ierobežotu finansējumu un atbalsta struktūrām, kas nav tik attīstītas kā vadošajās pusvadītāju reģionos.

Pamatņu apstrādes ražotņu ("Wafer Foundry") tradīcijas ir senas, sākot no 1960ajiem gadiem, kad Latvijas Universitātes paspārnē tika dibināta pusvadītāju fizikas laboratorija, kas vēlāk pārtapa Cietvielu fizikas institūtā. Uz šīs zinātniskās bāzes pamata tolaik tika izveidota pusvadītāju mikročipu ražotne "ALFA", kas veica analoģu un ciparu mikroshēmu ražošanu, neskatoties uz to, ka šīs tehnoloģijas ir novecojušas, tomēr fundamentālie pamati vēl jo projām ir spēkā, ko apliecina šī uzņēmuma eksistence vēl šodien. Šīs fundamentālās zināšanas ir ļoti nozīmīgas, lai atjaunotu Latvijas pusvadītāju industriju augstā līmenī, specifiskās nozares nišās, kā arī plaši iesaistīt augstākās izglītības sistēmas aprītē. Tas prasa stratēģisku plānošanu un koordinētas pūles, lai piesaistītu nepieciešamo finansējumu un tehnoloģisko partnerību.

"Back-end", jeb pakārtoto procesu ierobežojumi Baltijas reģionā ir pamatojami neatbilstošā infrastruktūrā, kas neļauj testēšanas un dizaina procesus mērogot apmērā, kāds būtu nepieciešams, taču pastāv nozīmīga pētniecības darbība, kas varētu novest pie inovatīviem risinājumiem. Pētniecības inovācijas no akadēmiskām iestādēm varētu tikt pārnestas uz uzlabotiem back-end procesiem, kas atspoguļo reģiona spēju inovēt un pielietot šīs inovācijas praktiski. Lai gan pētniecības inovācijas ir stiprā pusē, reģiona spēja apstrādāt visaptverošas back-end operācijas ir ierobežota dēļ specializētu iekārtu trūkuma.

Iespiedplašu (PCB) komponentu gala produkta attīstības fokusēšana liecina par augstas precizitātes komponentu attīstības potenciālu, ar dažām institūcijām, kas lepojas ar uzlabotām PCB dizaina spējām. Augstas kvalitātes PCB komponentu izstrāde, ko veic pētniecības iestādes, piemēram, EDI, ir Baltijas reģiona stiprā pusē. Tomēr reģionam ir ierobežotas ražošanas mēroga un darbības jomas, kas ietekmē spēju apmierināt liela mēroga tirgus pieprasījumu.

Iespiedplašu (PCB) dizaina jomā pētniecības institūcijas ir izstrādājušas inovatīvus iespiedplašu (PCB) dizainus, taču pastāv nepieciešamība pēc lielākas ražošanas un tirgus pieejamības. Inovatīvi PCB dizaini un materiāli, ko pēta reģions, atbalsta nozares progresu. Tomēr ierobežotas ražošanas spējas ierobežo reģiona spēju konkurēt globālā mērogā, kas arī samazina eksporta iespējas – jo globālie liellelētāji sagaida spēju nodrošināt lielu ražošanas apjomu, ja vien netiek atrasts nišas produkts.

Gala produkta attīstības un montāžas jomā reģions ir stiprs, ar oriģināliekārtu ražotāju (OEM) sadarbības piemēriem uzņēmumu analīzē. OEM sadarbība un augstas kvalitātes produkta attīstība norāda uz spēcīgu gala produkta montāžas spēju. Tomēr tirgus pieejamības un eksporta spēju ierobežojumi ietekmē spēju izplatīt produktus globāli.

Secinot, Baltijas reģiona pusvadītāju nozare ir uzkrājusi nozīmīgu zinātnisko potenciālu un inovāciju pamatu, tomēr saskaras ar izaicinājumiem šo sasniegumu mērogošanā un komercializācijā. Lai izmantotu šo potenciālu, ir nepieciešama koordinēta pieeja, kas ietver stratēģisku plānošanu, investīcijas un sadarbību starp akadēmisko un industriālo sektoru.

2. Pusvadītāju nozares globālās tendences (Sekundārais pētījums)

Šajā pētījuma nodaļā apkopota informācijas bāze par pusvadītāju nozares attīstību pasaulē, stratēģijām un labākajām praksēm. Informācija apkopota, koncentrējoties uz jaunuzņēmumu veicināšanu, sadarbību ar pētniecības institūcijām un universitātēm, kā arī uz ekosistēmas veidošanu pusvadītāju industrijā. Tika veidota gadījumu izpēte (case studies), tuvāk analizējot 6 dažādus gadījumus (case studies), kas ilustrē dažāda veida labāko praksi vai pieredzi pusvadītāju nozares attīstībā, apskatot Chips Act iespēju izmantošanu (par piemēru apskatot Purdue universitātes & SkyWater gadījumu), līderības sasniegšanu (Kārdifas universitāte un IQE pls, IMEC, ASML un Lēvenas universitāte), vietējās “pusvadītāju silīcija ielejas” izveide (Francija un Vācija), iekavētā atgūšana (Dienvidkoreja).

2.1. Pusvadītāju vērtību ķēdes globālo tendenču apkopojuma analīze

Globālā pusvadītāju vērtību ķēde ir sarežģīta, savstarpēji saistīta ekosistēma, kurā katrā posmā ir tai raksturīgi tehniskie izaicinājumi. Sākotnējā stadijā jeb dizaina, pētniecības un attīstības (R&D) fāzē nākas saskarties ar pusvadītāju dizaina izaicinājumiem. Inženieri saskaras ar sarežģītiem izaicinājumiem, piemēram, nodrošināt optimālu veiktspēju pie zema enerģijas patēriņa un kompakta izmēra. Šo posmu sarežģī Intelektuālā īpašuma (IP) tiesības, kur nepieciešamas padziļinātas zināšanas par licences līgumiem un atlīdzības maksām, lai saņemtu atļauju integrēt IP tiesību turētāju tehnoloģijas pusvadītāju dizainos.

Ražošanas posmā ir novērojami vairāki tehniskie izaicinājumi. Globālajā pusvadītāju tīklā katra fabrika specializējas dažādās ražošanas procesu jomās. Nepārtrauktas pusvadītāju tehnoloģiju attīstības tendences pieprasa pāreju uz jaunākajiem ražošanas procesiem. Ražotājiem tas nozīmē regulārus un nozīmīgus kapitāla ieguldījumus, lai saglabātu konkurētspēju un efektivitāti.

Piegādes ķēde un loģistika, kas ir pusvadītāju vērtību ķēdes būtiskas sastāvdaļas, saskaras ar tehniskām grūtībām globālās piegādes ķēdes pārvaldībā. Izejvielu iegūšana, transportēšana, pārstrāde un krājumu pārvaldība kļūst par tehnisku izaicinājumu, it īpaši ņemot vērā ģeopolitiskus notikumus, tirdzniecības neparedzamību, lielo ekonomiku iekšējās drošības intereses. Tehniski risinājumi, piemēram, padziļināta izpēte, piegādes ķēdes optimizācijas algoritmu izveide un analīze, ir būtiski šo sarežģījumu pārvarēšanai.

Testēšanas un iepakojšanas (čipu montēšana) jomā kļūst redzama tehniskā sarežģītība. Stingri pārbaudes protokoli, ietverot gan individuālās komponentes, gan galaproduktus, rada nepieciešamību pēc augstas klases pārbaudes metodoloģijas un kvalitātes kontroles sistēmas. Pusvadītāju iepakojšanas tehnoloģijas atšķiras pēc sarežģītības atkarībā no tehniskajām specifikācijām, čipu izmēriem un pusvadītāju tehnoloģiju bāzes, kā rezultātā Silīcija komponentu iepakojšanas tehnoloģijas ir attīstītākas lielā apjoma ražošanas apjoma dēļ. Plašā pusvadītāju pielietošana daudzās nozarēs sarežģī transportēšanu uz gala lietotāju tirgiem, jo katram pusvadītāju veidam sākot no elektronikas precēm līdz automobiļiem un kosmosa izpētes iekārtām ir dažādas tehniskās prasības atbilstoši nozarei un regulējošajai likumdošanai. Tas padara atsevišķa veida pusvadītāju ražotājus jūtīgus pret dažādiem riskiem, jo pārorientēšanās uz citām apakšnozarēm prasa laiku.

Intelektuālais īpašums un licences ir svarīga pusvadītāju nozares sastāvdaļa, jo palīdz atrisināt tehniskos sarežģījumus un intelektuālā īpašuma strīdus. To izpratne un ievērošana ir sarežģīta dažādu juridisko struktūru kontekstā. Lai gan tas ļauj integrēt citu uzņēmumu licencētās tehnoloģijas savos ražošanas procesos, ļoti augstā juridisko procesu sarežģītība prasa ievērojamu laiku un kapacitāti, lai šos jautājumus atrisinātu.

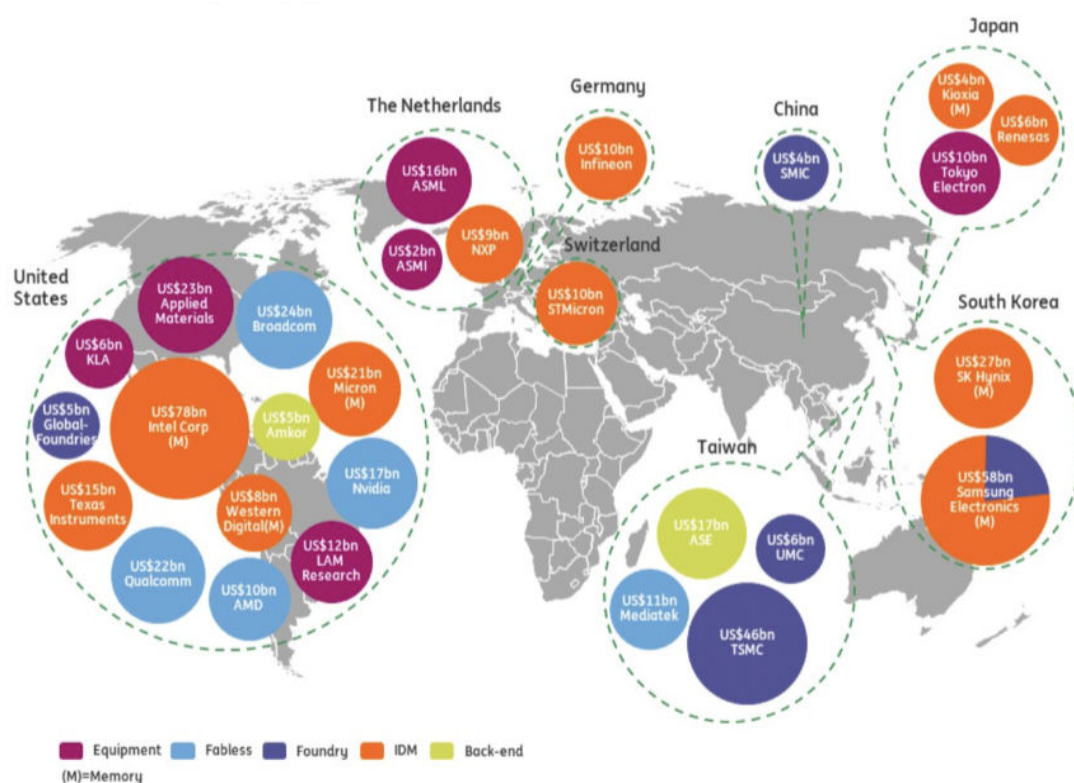
Ar likumdošanu, starptautiskajiem regulējumiem un tiesību aktiem saistītie izaicinājumi ievieš tehniskus ierobežojumus, it īpaši eksporta kontroles un starptautiskās tirdzniecības regulāciju kontekstā. Atbilstība eksporta kontroles noteikumiem prasa globālās

tirdzniecības dinamikas, eksporta klasifikāciju un stingru tehnisko standartu izpratni. Covid-19 uzliesmojums un ģeopolitiskā spriedze ir parādījusi, cik viegli ir izjaukt pusvadītāju piegādes ķēdi. [W. Mohammad, A. Elomri, L. Kerbach, The Global Semiconductor Chip Shortage: Causes, Implications, and Potential Remedies, IFAC-PapersOnLine, Volume 55, Issue 10, 2022, Pages 476-483, Avots: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.439>.]

Kopumā, globālajai pusvadītāju vērtību ķēdei raksturīgas sarežģītas tehnoloģiskas problēmas, kas rada nepieciešamību pēc nepārtrauktām tehnoloģiskajām inovācijām, plaša stratēģiskā redzējuma un detalizētas izpratnes pusvadītāju nozarē un globālajos tirgus apstākļos. Izaicinājumi, ar kuriem nākas saskarties katrā posmā, izceļ tehnisko zināšanu nepieciešamību, lai varētu veiksmīgi orientēties šajā dinamiskajā ekosistēmā.

Turpmāk pētījumā apskatītas mūsdienu tendences un izaicinājumiem katram posmam, globāli un Eiropas Savienības līmenī. Posmi apskatīti 1. nodaļas “Esošās situācijas analīze Baltijas reģionā” 1.1. tabulā.

Galvenie uzņēmumi globālās pusvadītāju ekosistēmas kontekstā ir redzami 2.1.attēlā. [EU Chips Act to boost Europe’s technological prowess and strengthen economy, Avots: <https://think.ing.com/articles/eu-chips-act-to-strengthen-europes-economy/>]



Attēls 2.1 Galveno pusvadītāju uzņēmumu globālā karte, 2020.gads

Eiropā izteiktie valstu līderi pusvadītāju jomā ir Vācija, Nīderlande un Šveice, fokusējoties uz integrēto ierīču ražošanu un aprīkojumu (IDM). Lielākā daļa no pusvadītāju ražošana notiek Taivānā, Japānā, Dievidkorejā un ASV, jo tur šīs tehnoloģijas ir attīstījušās vēsturiski un šīs valstis var nodrošināt pilnu ekosistēmu no izstrādes un ražošanas līdz testēšanai un iepakojšanai. Savukārt pusvadītāju ražošanai nepieciešamo augsti tehnoloģisko aprīkojumu ražo Nīderlandē, ASV un Japānā. Attēlā 2.1. var arī redzēt, ka ir daudzi lieli pusvadītāju ražotāji ir bez savām rūpnīcām jeb "Fabless". Tas ļauj samazināt riskus, ka rūpnīcas nebūs noslogotas un kompānijas cietīs zaudējumus

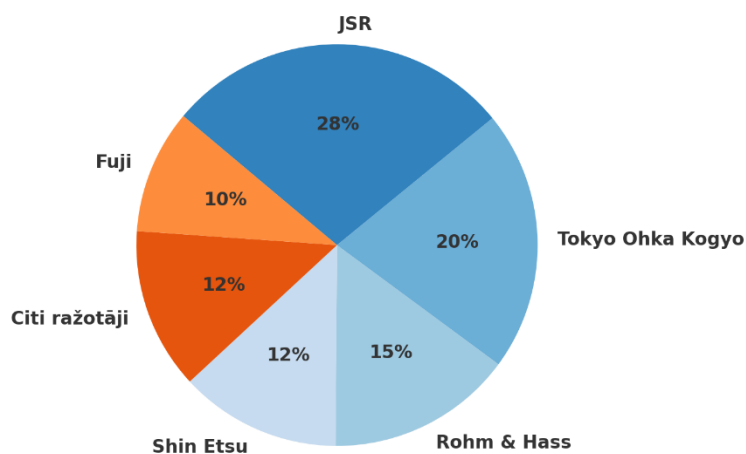
2.1.1. Posms 1. Materiāli.

Mikroelektroniskajiem materiāliem ir izšķiroša nozīme pusvadītāju rūpniecībā, kas kalpo kā elektronisko ierīču un integrālo shēmu ražošanas elementi. Šie materiāli ir rūpīgi izpētīti un atlasīti to specifisko īpašību dēļ, lai nodrošinātu precīzu pusvadītāju komponentu darbību. 2023. gadā materiālu un reaģentu tirgus sasniedza gandrīz 70 miljardi USD, ar prognozētu izaugsmi līdz 106 miljardiem 2030. gadā [Electronic Materials And Chemicals Market Size Report 2023, Avots: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/electronic-materials-and-chemicals-market>)]

Galvenie mikroelektroniskie materiāli ir:

- Pusvadītāju pamatnes ("Wafers/Substrates" no silīcija, gallija arsenīda, kvarca, utt.);
- Leģēti materiāli PN-pāreju veidošanai (fosfors, bors, arsēns utt.);
- Dielektriķi (silīcija oksīds, silīcija nitrīds);
- Metāli (varš, alumīnijs, zelts);
- Organiski/neorganiski fotorezistu materiāli;
- Iepakošanas materiāli (polimēru līmes, keramikas vai organiskas iespaidplates, utt.);
- Augstās tīrības reaģenti.

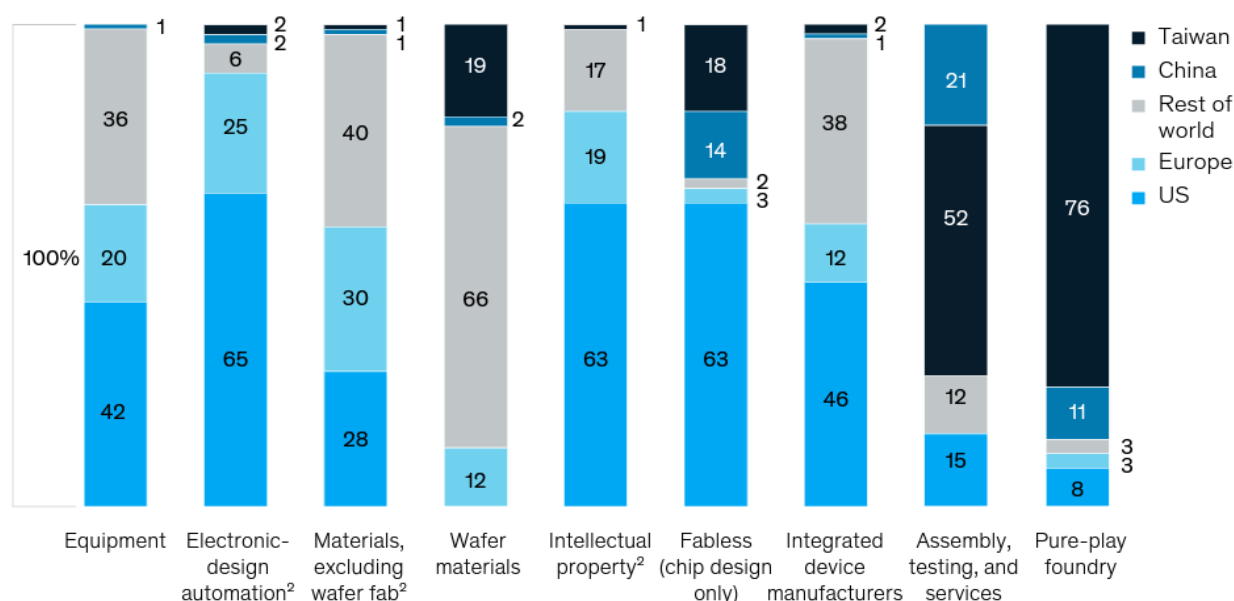
Globālas tendences un izaicinājumi. Jau tika parādīts, ka nav iespējams attīstīt visus pusvadītāju vērtību ķēdes posmus vienā valstī. Jau pirmajā, materiālu posmā, ir redzama citu valstu atkarība no noteikta materiāla ražotāja. Piemēram, 72% no globāla fotorezistu materiālu tirgus pieder Japānas kompānijām Skatīt 2.2. attēlu. [The Necessity of Independent Controllability of the Supply Chain: Enlightenment from Japan's Semiconductor material sanctions towards South Korea, Avots: https://www.globalmarketmonitor.com/report_blog/400761-The_Necessity_of_Independent_Controllability_of_the_Supply_Chain_Enlightenment_from_Japan_s_Semiconductor_material_sanctions_towards_South_Korea.html].



Attēls 2.2 Fotorezistu (gaismu jutīgi materiāli) materiālu tirgus ražotāju daļas.

Šī materiāla vērtība esot specifiskajā tehnoloģiskā kompetencē. Materiālu izveidošanā tika ieguldīts daudz resursu – cilvēkresursu, zināšanu, kā arī ieguldījumi iekārtās un infrastruktūrā. Japāna ir atkarīga no izejvielu piegādātājiem, bet šī joma ir daudzveidīgāka, jo tirgū ir daudz izejvielu piegādātāju. Fotorezistu (gaismu jutīgi materiāli) piegāde ir kritisks ķēdes posms, jo 72% no tiem materiāliem nāk no Japānas. Tātad, dažādu apstākļu dēļ (piemēram, zemestrīces) pastāv deficīta risks.

Tomēr, mikroelektronisko materiālu tirgus joprojām izskatās globāli relatīvi izlīdzināts, salīdzinot ar citiem ķēdes posmiem, ko var aplūkot 2.3. attēlā [Strategies to lead in the semiconductor world, Avots: <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/strategies-to-lead-in-the-semiconductor-world>].



Attēls 2.3. Pusvadītāju ķēdes vērtības 9 posmu tirgus ģeogrāfiskais sadalījums, %

Mikroelektronisko materiālu tirgu atspoguļo trešā un ceturtā kolona, kurās redzams, ka procentuāli lielāko tirgus daļu ieņem dažādas pasaules valstis, nevis globāli lielākie tirgus pārstāvji – ASV, Taivāna, Ķīna utt.

Globālais elektronisko materiālu izaicinājums tuvajai nākotnei saistīts ar ASV-Ķīnas tirgus karu, kurā Eiropa ir iesaistīta netiešā veidā. 2023. gada augustā Ķīna ieviesa stingru eksporta kontroli gallija un germānija pārdošanai [China just stopped exporting two minerals the world's chipmakers need, Avots: <https://www.cnn.com/2023/09/21/economy/china-chip-material-exports-drop-intl-hnk/index.html>], reaģējot uz ASV ieviesto eksporta kontroli čipu ražošanas iekārtām. Šie divi minerāli ir būtiski augstas jaudas elektronikas (elektriskie auto un saules elementu invertori), optoelektronisku komponentu ražošanai (gaismas diodes, lāzeri, fotouztvērēji) un citai specifiskai elektronikai.

Papildus minētajam ASV-Ķīnas pusvadītāju karam, Eiropā pastāv ierobežojumi, kas saistīti ar dažu materiālu lietošanas ekoloģiskajām sekām. Piemēram, no 2019. gada pastāv Indija fosfida (InP) lietošanas limits līdz 100 kg gadā, pēc RoHS direktīvas [ROHS Annex II Dossier for Indium phosphide, Avots: https://rohs.exemptions.oeko.info/fileadmin/user_upload/RoHS_Pack_15/Final_Results/Indium_phosphide_RoHS_Dossier_v3_final_rev.pdf]. 2019. gadā izmantotais InP apjoms bija ~33 kg, bet biznesa attīstības tendences 2028. gadā prognozē pieaugumu līdz pat 2000 kg/gadā. Tādējādi, nostādot izvēles priekšā - starp pusvadītāju ekonomikas izaugsmi Eiropā un i vides aizsardzību. Tiek izstrādātas bīstamo vielu efektīvākas pārstrādes metodes, lai nodrošinātu kompromisu starp abām pusēm.

2.1.2. Posms 2. Kapitāla iekārtas.

Šajā kategorijā ietilpst visas iekārtas, kas nepieciešamas čipu ražošanas procesiem: no optiska mikroskopa, kas maksā 2-3 tūkstoši eiro, līdz ekstrēmā ultravioletā starojuma (EUV) litogrāfijas iekārtai, kuras cena sasniedz 330 miljoni eiro (ASML to Ship First High-NA EUV Tool This Year: \$300 Million per Scanner: <https://www.tomshardware.com/news/asml-to-ship-first-high-na-euv-tool-this-year-dollar300-million-per-scanner>). Pusvadītāju ekipējuma globālais tirgus 2022. gadā sasniedza 91 miljardus USD, ar prognozētu pieaugumu līdz 150 miljardiem 2028. gadā [Semiconductor Manufacturing Equipment Market, Avots: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/semiconductor-manufacturing-equipment-market-263678841.html>]. Galvenie patērētāji tām iekārtām ir pusvadītāju ražotnes, jeb fabrikas. Tas ietver sevī gan *IDM* (integrated device manufacturer) biznesa modeļa kompānijas kā Intel, Samsung Electronics, Infineon, kuras nodarbojas ar čipu izstrādi un ražošanu, gan viena posma (*pure-play*) kompānijas, vai ražošanas pakalpojumu (*foundry*), kas piedāvā tikai čipu ražošanas pakalpojumus (TSMC, Samsung Semiconductor, Vanguard, utt). Lielākā daļa šo iekārtu ražošanas uzņēmumu pieder ASV un Japānā bāzētām kompānijām. ASV tās ir: Applied Materials, KLA, LAM Research, Veeco. Japānā tās ir: Nikon, Canon, Tokyo Electron, SCREEN, Hitachi, ASMP. Eiropa arī ieņem ievērojamu tirgus daļu, pateicoties ASML (Nīderlande), EVG (Austrija), ASM (Nīderlande), Aixtron (Vācija). ASML atrodas unikālā pozīcijā – vienīgā kompānija pasaulē, kas ražo EUV litogrāfijas iekārtas priekš augstas veiktspējas (*below 5 nm*) tranzistoru tehnoloģijām, kas izmantotas visos mūsdienu viedtālrunos un datu centru serveros.

Covid-19 pandēmijas izraisītā čipu deficīta dēļ, pusvadītāju ražotnes uzsāka ātru paplašināšanu, kas ļoti pozitīvi ietekmēja iekārtu ražotāju biznesu. 2021.-2022. gadā bija augsts pieprasījums pēc čipiem, ko sarežģīja piegādes ķēdes problēmas. Uzreiz pēc pandēmijas krīzes ASV-Ķīnas spriedze pusvadītāju tirgū pastiprinājās. Kā jau bija minēts, ASV aizliedza augsta līmeņa tehnoloģiju izmantošanu Ķīnas HUAWEI un SMIC kompānijām (tagad kompāniju saraksts ir ievērojami paplašināts). Sākotnēji tas bija saistīts ar *advanced node* tehnoloģijām (5-14 nm), ASML nedrīkstēja pārdod EUV litogrāfijas skenerus. Tagad, aizliegto eksporta iekārtu saraksts ir plašāks, ieskaitot *legacy node* (16-180 nm) ražošanas iekārtas no ASV, Nīderlandes un Japānas aprīkojuma ražotājiem [Tech war: US alliance with Japan, Netherlands to ban chip equipment exports to China may spur investment in South Korea, Avots: https://finance.yahoo.com/news/tech-war-us-alliance-japan-093000636.html?fr=sycsrp_catchall]. Līdz ar to īstermiņā aprīkojuma ražotājiem būs ieņēmumu kritums, jo Ķīnā ir liels pusvadītāju ražotņu daudzums. Piemēram, LAM Research prognozē 2.5 miljardi USD zaudējumus, jo tik pat lielu tirgu, ka Ķīnā, ātri aizvietot nav viegli [Lam Research expects \$2.5bn revenue hit from China chip ban, Avots: <https://asia.nikkei.com/Business/Tech/Semiconductors/Lam-Research-expects-2.5bn-revenue-hit-from-China-chip-ban>]. Ilgtermiņā šāda stratēģija sniegtu garantijas aizsardzības jomā, ka arī tehnoloģisku priekšrocību pusvadītāju ražotnēm ASV, Taivānā, Dienvidkorejā, Japānā un Eiropā.

Papildus globālais izaicinājums ir saistīts ar pieaugušo iekārtu sarežģītību un nepietiekošo speciālistu skaitu, kas vajadzīgi iekārtu izstrādei. Vajadzīgi izglītoti speciālisti ar daudz nozaru zināšanām: mehānikas, materiālu, optikas, elektronikas. Globāli vairākums skolu absolventu, kas izvēlas augstāko izglītību tehniskās nozarēs, dod priekšroku datorzinātnēm un programmēšanai. Tā ir svarīga pozīcija pusvadītāju vērtības ķēdē, bet šī nozare jau piesātināta ar darbinieku pieejamību [The global semiconductor talent shortage, Avots: <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/technology/articles/global-semiconductor-talent-shortage.html>].

Eiropā redzama spēcīga izaugsme pusvadītāju iekārtu jomā. ASML un citi ražotāji ceļ iekārtu laboratorijas un fabrikas Āzijā, tuvu pie galvenajiem iekārtu patērētājiem. ASML litogrāfijas skeneriem dominējoša pozīcija tirgū prognozēta uz vairākiem gadiem [Can ASML Holding NV Maintain its Dominant Position?, Avots: <https://www.nasdaq.com/articles/can-asml-holding-nv-maintain-its-dominant-position>]. Lai sasniegtu ASV un Japānas iekārtu ražotāju apjomus, Eiropas valstīm jāinvestē iekārtu izveides speciālistu izglītībā. Latvijai arī pastāv potenciāls ienākt pusvadītāju iekārtu tirgū, sadarbojoties ar tādiem uzņēmumiem, kā SIA "Sidrabe Vacuum" un AS "KEPP EU". Šiem uzņēmumiem ir infrastruktūra un pieredze vakuuma nogulsnešanas iekārtu un silīcija krāšņu ražošanā, nepieciešamie attīstības projekti un sadarbība ar universitātēm pusvadītāju jomā.

2.1.3. Posms 3. Intelektuālais īpašums un elektroniskā dizaina automatizācijas programmatūra.

Tranzistoru skaits vienā mikroshēmā sasniedz vairāk nekā 1 miljardu, tādēļ dizaina un fotomasku izkārtojuma izveides sarežģītība pieaug eksponenciāli. Elektroniskās projektēšanas automatizācijas (EDA) programmatūra palīdz veidot hierarhiju no viena tranzistora līdz pilnam modulim (piemēram, SSD atmiņas klasterim) un viegli orientēties dizainā, lai izveidotu augstas sarežģītības skaitļošanas sistēmas. Bezražotņu (AMD, NVIDIA, Qualcomm) un IDM (Intel, Samsung, Texas Instruments) uzņēmumi izmanto šādu programmatūru, lai radītu savus produktus saskaņā ar pusvadītāju ražotņu *Process Design Kit* (PDK). Uzņēmumi, izmantojot šo programmatūru, veido arī IP blokus, kurus var licencēt citiem uzņēmumiem (piemēram, RISC-V mobilo procesoru arhitektūra). EDA pakotnēs ietilpst projektēšana, simulācija, analīze un pārbaude, fotomasku izstrāde. EDA globālais tirgus sasniedza 11,2 miljardus USD 2023. gadā, un prognozēts sasniegt 25.6 miljardus USD līdz 2033. gadam [Electronic Design Automation Software Market outlook (2023-2033), Avots: <https://www.factmr.com/report/electronic-design-automation-eda-tools-market>]. 2.4 attēlā parādīta iepirkumu tirgus daļa pa pasaules reģioniem.



Attēls 2.4 Elektroniskās projektēšanas automatizācijas iegādes tirgus daļas

EDA izstrādātāji galvenokārt ir ASV uzņēmumi: Synopsys, Cadence Design Systems, Ansys. Mazāki pārstāvji no citām vietām ir Zuken (Japāna), Altium (Austrālija), Siemens EDA (Vācija). Prasības, lai iekļūtu EDA tirgū, ir augstas intelektuālās spējas: tas prasa lielisku pusvadītāju sistēmas līmeņa zināšanu un izcilu programmēšanas talantu apvienojumu. Tomēr, tam nav nepieciešama tik dārga infrastruktūra kā ražojošiem pusvadītāju uzņēmumiem.

Pusvadītāju nozare pastāvīgi attīstās, un to raksturo pastāvīgi mainīgas tehnoloģijas. Ar katru attīstības posmu tiek ieviestas jaunas tehnoloģijas, kas izjauc tirgus līdzsvaru. Mezglu

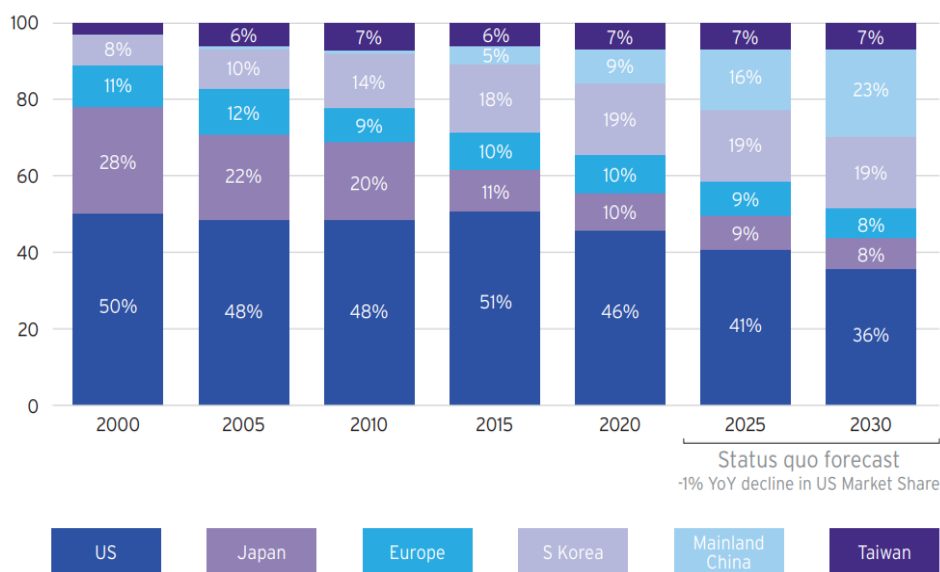
izmaiņas ietekmē mikroshēmu dizaina sarežģītību, formas faktoru un IP pamata dizaina arhitektūru. Rezultātā vienkristālshēmu sistēmas (SoC) izstrādātāji saskaras ar tehniskām problēmām, kas saistītas ar ierīču integrāciju un jaunu projektēšanas metodoloģiju izstrādi. Tā kā tehnoloģiju mezgli nepārtraukti attīstās, to izmēri mainās, tādēļ ir nepieciešamas izmaiņas IP pamata dizaina arhitektūrā. Lai neatpaliktu no mainīgajām tehnoloģijām, lielākā daļa pusvadītāju uzņēmumu uzlabo savus elektroniskās dizaina automatizācijas risinājumus, lai tie atbilstu augošajām vajadzībām. ASV un Ķīnas pusvadītāju karš ietekmē arī EDA biznesu. ASV Rūpniecības un drošības birojs 12. augustā paziņoja par jaunu aizliegumu eksportēt uz Ķīnu pusvadītāju tehnoloģijas, tostarp īpašu EDA programmatūru 3 nm un progresīvāku mikroshēmu ražošanai [The US bars China from accessing advanced chipmaking EDA software, Avots: <https://technode.com/2022/08/15/the-us-bars-china-from-accessing-advanced-chipmaking-eda-software/>].

Aizliegtā EDA programmatūra *gate-all-around* tipa lauka efekta tranzistoriem (GAAFET) ir nākamās paaudzes pusvadītāju tehnoloģija, kas var palīdzēt mikroshēmām sasniegt augstāku frekvenci un mazāku enerģijas patēriņu. Samsung ir sācis izmantot šo tehnoloģiju, savukārt Intel un TSMC plāno sākt to izmantot nākotnē. Tehnoloģija ir arī atslēga 2 nm mikroshēmu ražošanā. Aizliegumam īstermiņā ir ierobežota ietekme uz Ķīnu, taču tas ierobežos Ķīnas attīstību progresīvā mikroshēmu ražošanā. Saskaņā ar Ķīnas CCID Consulting datiem, ārvalstu uzņēmumi 2020. gadā ieņēma 77% no EDA tirgus Ķīnā. Tomēr vietējie EDA pakalpojumu sniedzēji, piemēram, Primarius Technologies, apgalvoja, ka viņi ir "izveidojuši galvenos rīkus, kas var atbalstīt progresīvus procesa mezglus, piemēram, 7 nm, 5 nm un 3 nm", saskaņā ar uzņēmuma vietni [Primarius Technologies, Avots: <https://www.primarius-tech.com/en.php>].

Eiropā galvenais izaicinājums ir uzturēt un attīstīt Siemens EDA biznesu. Tas sakņojas no Mentor Graphics, ko Siemens iegādājās 2015. gadā. Kopš tā laika šim biznesam ir pozitīvs pieaugums, jo Siemens ziņoja, ka 2022. gadā EDA ieņēmumi pieauga par 20% salīdzinājumā ar iepriekšējā gada atbilstošo periodu [Siemens DI software revenue up 14%, again led by EDA, Avots: <https://schnitgercorp.com/2022/08/11/siemens-di-software-revenue-up-14-again-led-by-eda/>].

2.1.4. Posms 4. Dizains.

Mikroshēmu izstrādātājiem ir 3 vispārīgi biznesa modeļi: IDM, bezražotņu un viena posma kompānijas. IDM uzņēmumi (Intel, Samsung Electronics, Texas Instruments, Infineon, Micron) veido mikroshēmu dizainu un ražo čipus paši savās rūpnīcās. Bezražotņu uzņēmumi (AMD, NVIDIA, Qualcomm, Apple) izstrādā mikroshēmu dizainu, taču tiem nepieder ražotnes un čipu ražošana tiek pasūtīta kā ārpalpojums no viena posma ražotnēm (TSMC, Global Foundries, UMC, Samsung Foundry, SMIC). Tikai IDM un bezražotņu uzņēmumi izstrādā dizainu. Dizainu var iedalīt grupās pēc lietojuma: loģika, atmiņa, analogais un jauktais signāls, automobiļu elektronika, militārā un kosmosa, lieljaudas elektronika utt. 2.5. attēlā redzams, ka ASV, esot pionieri pusvadītāju jomā, vēsturiski dominē pusvadītāju dizainā, bet tendence liecina, ka dominance pakāpeniski samazinās par labu Āzijas valstīm [State of the U.S. Semiconductor industry, Avots: https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2022/11/SIA_State-of-Industry-Report_Nov-2022.pdf].



Attēls 2.5. IDM/Bezražotņu dizaina tirgus daļa pa valstīm

Saskaņā ar DataHorizzon Research datiem, pusvadītāju dizaina tirgus vērtība 2022. gadā tika novērtēta 605 miljardu USD apmērā, un sagaidāms, ka līdz 2032. gadam tā sasniegs 1299 miljardus USD ar CAGR 8,0% [Semiconductor Market Size to Reach USD 1,299.6 Billion by 2032 CAGR: 8.0%. Report By DataHorizzon Research, Avots: <https://finance.yahoo.com/news/semiconductor-market-size-reach-usd-003000114.html>].

Mikroshēmas ir kļuvušas sarežģītākas un ir pieaugušas izstrādes izmaksas, īpaši attiecībā uz mikroshēmām, kas izgatavotas uz vadošajiem ražošanas mezgliem. Piemēram, 65 nm tehnoloģijas procesa dizaina izstrāde 2006. gadā izmaksāja 29 miljonus USD, bet 5 nm procesa dizaina izstrāde 2020. gadā jau izmaksāja 542 miljonus USD [SIA/BCG report: the growing challenge of semiconductor design leadership, Avots: <https://www.semiconductors.org/the-growing-challenge-of-semiconductor-design-leadership/>].

Mūsdienās ASV privātais sektors vairāk iegulda dizaina pētniecībā un attīstībā nekā jebkura cita reģiona privātais sektors, taču valdības visā pasaulē piedāvā ievērojamus stimulus, lai piesaistītu progresīvu dizainu. Turklāt relatīvais valsts atbalsta līmenis pētniecībai un attīstībai ASV atpaliek no citiem reģioniem. Kopējais pusvadītāju dizaina un pētniecības un attīstības īpatsvars, ko ASV finansē no valsts ieguldījumiem ir 13%, salīdzinot ar vidēji 30% Ķīnā, Eiropā, Taivānā, Japānā un Dienvidkorejā. Saskaņojot ASV publiskos ieguldījumus dizainā, pētniecībā un attīstībā ar starptautiskajiem partneriem, tostarp tiešus stimulus, piemēram, nodokļu atlaides progresīvam dizainam un pētniecībai un izstrādei, ko veic ASV, palīdzēs nodrošināt vienlīdzīgus konkurences apstākļus dizainam ASV salīdzinājumā ar citiem reģioniem.

Vispārējs globāls izaicinājums ir pusvadītāju dizaina talantu trūkums, kas ASV un Eiropā tiek risināts ar CHIPS Act programmām [The global semiconductor talent shortage, Avots: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/technology-media-telecommunications/us-tmt-global-semiconductor-shortage-pov-v3.pdf>]. Ir vērts atzīmēt, ka Āzijas valstīs ar pusvadītāju ekonomiku šī problēma tika risināta jau iepriekš, subsidējot tehniskās universitātes un popularizējot pusvadītāju inženieru karjeru.

Eiropas daļa globālā pusvadītāju dizaina tirgū ir tikai 10%, kas iekļauj galvenokārt analogas un automobiļu elektronikas ražotājus (NXP, STMicroelectronics, Infineon). Lai uzlabotu šo situāciju, jāskatās jaunu pielietojumu virzienā. Pašreizējā aktuālākā pusvadītāju

dizaina tendence ir mākslīgā intelekta (AI)mikroshēmas. Lielākais uzņēmums šajā tirgus nozarē ir Nvidia [How Nvidia Built a Competitive Moat Around A.I. Chips: <https://www.nytimes.com/2023/08/21/technology/nvidia-ai-chips-gpu.html>]. Vairāk nekā 10 gadu laikā Nvidia ir izveidojusi gandrīz neatņemamu vadošo pozīciju mikroshēmu ražošanā, kas spēj veikt sarežģītus AI uzdevumus kā attēlu, sejas un runas atpazīšana, kā arī teksta ģenerēšana tādiem AI rīkiem kā ChatGPT. Kādreizējais nozares jaunpienācējs, Nvidia, panāca šo dominējošo stāvokli, fokusējoties uz AI čipu izstrādi laikos, kad pēc tiem nebija pieprasījuma un pielāgojot mikroshēmas galvenās programmatūras daļas, kas palīdz AI attīstībai.

Jensens Huangs, Nvidia līdzdibinātājs un izpilddirektors, kopš tā laika ir attīstījis un dažādojis Nvidia biznesu. Lai saglabātu savas līderpozīcijas, uzņēmums klientiem piedāvāja pieeju specializētiem datoriem, skaitļošanas pakalpojumiem un citiem viņu izstrādātajiem rīkiem. Tas ir pārvērtis Nvidia par universālu uzņēmumu, kur ir pieejams pilnīgi viss AI attīstībai. Google, Amazon, Meta, IBM un citi arī ražo AI mikroshēmas, taču Nvidia iekārtas veido vairāk nekā 70% no pārdotajiem AI čipiem un ieņem vēl lielākas pozīcijas ģeneratīvo mākslīgā intelekta modeļu apmācībā. Šogad Nvidia akcijas pieauga par vairāk nekā 200%, un neto ienākumi pieauga par 1259% [NVIDIA Corporation (NVDA), Avots: https://finance.yahoo.com/quote/NVDA/key-statistics?fr=sycsrp_catchall]. Nvidia tirgus kapitalizācija pārsniedza 1 triljonu USD, kas ir salīdzināms ar tādu milzi, kā Apple.

2.1.5. Posms 5. Pamatņu apstrādes ražotne.

Šī nodaļa ietver iztīrījumu par vietām, kur mikroshēmas tiek izgatavotas: IDM un viena posma ražotnes. Šī pusvadītāju vērtību ķēdes daļa prasa vislielākās investīcijas: modernas pusvadītāju rūpnīcas izveide un uzlabošana maksā no 15 līdz 20 miljardiem USD [How much does it cost to make a semiconductor fab?, Avots: <https://www.csfusion.org/semiconductor/how-much-does-it-cost-to-make-a-semiconductor-fab/>]. Pusvadītāju ražotņu ekspluatācijas izmaksas (ūdens, elektrība, materiāli, iekārtu amortizācija utt.) ir ļoti augstas, tāpēc, lai saglabātu peļņu, ražotnēm ir jādarbojas 24 stundas diennaktī ar slodzi vairāk par 70%. Militārā un kosmosa elektronikas ražošana ir izņēmums, jo tur izmaksas ir mazāk svarīgs faktors.

Vēsturiski mikroshēmu ražošana tika pārcelta uz Āziju zemāku izmaksu un tehniskās izcilības dēļ, kas izriet no Āzijas darba kultūras (skat. attēlu 2.6). Pusvadītāju ražošanas tirgus vērtība 2022. gadā bija USD 88.92 miljardi, un tiek prognozēts, ka tirgus apjoms 2023. gadā sasniegs USD 93.51 miljardu. Tāpat tiek prognozēts, ka līdz 2031. gadam tirgus sasniegs vairāk nekā USD 161.90 miljardus, pieaugot par 7.10% CAGR [Semiconductor Foundry Market to Hit US\$ 161.90 Billion By 2031 | Research Analysis, Avots: <https://www.globenewswire.com/en/news-release/2023/09/22/2747782/0/en/Semiconductor-Foundry-Market-to-Hit-US-161-90-Billion-By-2031-Research-Analysis.html>].

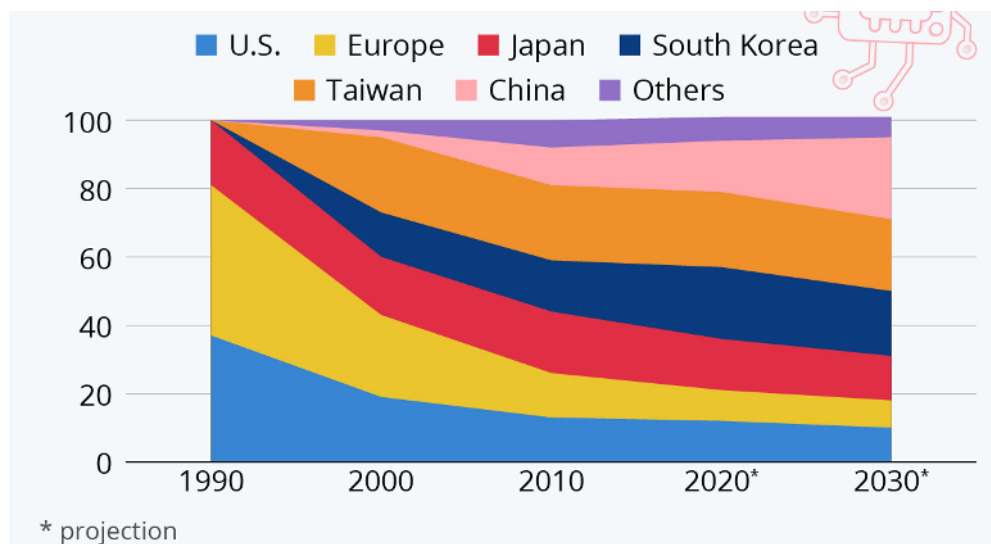
Saskaņā ar IDC Semiconductor Manufacturing Services: 2022 Worldwide Foundry Market: Vendor Ranking and Insight datiem, pasaules pusvadītāju ražotņu tirgus apjoms 2022. gadā pieauga par 27.9%, sasniedzot jaunu rekordaugstu līmeni, gūstot labumu no klientu ilgtermiņa līgumiem (LTA), augstākām pusvadītāju ražotņu cenām, procesu saraušanās un rūpnīcu paplašināšanās.

IDC Āzijas/Klusā okeāna reģiona pusvadītāju pētniecības nodaļas vecākais pētniecības vadītājs Galens Zengs apstiprina: "Ražošanas nozarei ir galvenā loma pusvadītāju piegādes ķēdē. Visi 10 veiksmīgākie pusvadītāju ražošanas uzņēmumi ziņoja par ieņēmumu pieaugumu divciparu procentos 2022. gadā. Tomēr tirgus apstākļu izmaiņu dēļ pasūtījumu pārskatīšana izraisīja strauju jaudas izmantošanas kritumu pēdējos trīs ceturkšņos" Piebilstot, ka tirgū joprojām ir stingrs pieprasījums pēc pusvadītājiem. Pēc čipu krājumu samazināšanas turpmākā

pasūtījumu plānošana pāries no negatīvas uz stabilu un konservatīvu. Kopā ar mākslīgā intelekta uzplaukumu tas lēnām veicinās jaudas izmantošanas atjaunošanos par 5–10%.

Starp 10 labākajiem pusvadītāju ražotņu uzņēmumiem ir TSMC, Samsung Foundry, UMC, GlobalFoundries, SMIC, HHGrace, PSMC, VIS, Tower, Nexchi. Vadošā pārdevēja TSMC progresīvie procesi turpināja attīstīties, tā tirgus daļai pieaugot no 53.1% 2021. gadā līdz 55.5% 2022. gadā. Pateicoties nesenojam pakāpeniskajam pasūtījumu skaita pieaugumam 3/4/5 nm procesiem, TSMC tirgus daļa ir palielinājusies. Sagaidāms, ka 2023. gadā pieaugs vēl vairāk. Turklāt Ķīnas ražotāji aktīvi attīsta vēsturiskos procesus, 2022. gadā palielinot kopējo tirgus daļu līdz 8.2%, salīdzinot ar 7.4% 2021. gadā, papildus to attiecīgajam ieņēmumu pieaugumam par vairāk nekā 30%.

Novērojumi, kas balstīti uz jaudas noslogojumu, liecina, ka bezražotņu uzņēmumi bija aktīvi veidojuši krājumus līdz 2022. gada pirmajam pusgadam, un ilgtermiņa līgumu parakstīšana vēl vairāk veicināja pusvadītāju ražotņu cenu stabilitāti un jaudas noslodzes līdz 90% – 100%. Tomēr, sākot ar 2022. gada otro pusgadu, piegādes ķēdes darbības kļuva arvien piesardzīgākas, un bezražotņu uzņēmumi samazināja pasūtījumu apjomus [Worldwide Semiconductor Foundry Market Grew 27.9% YoY in 2022, Projected to Decrease by 6.5% YoY in 2023 due to Inventory Adjustments, IDC Finds, Avots : <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prAP50994023>].



Attēls 2.6. Pusvadītāju ražošana pēc pasaules reģiona

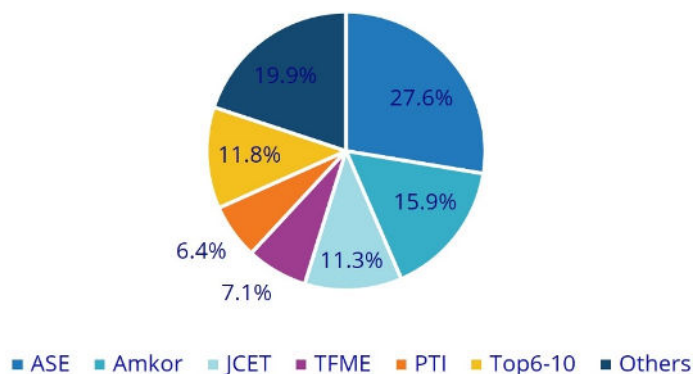
Līdzīgi kā ASV, arī Eiropa cenšas palielināt savu daļu mikroshēmu ražošanā piegādes ķēdes stabilitātes un drošības apsvērumu dēļ. Piemēram, Vācija nodrošināja finansējumu un nodokļu atvieglojumus, lai piesaistītu pusvadītāju ražotājus [Billions in German subsidies secured for Intel and TSMC Fabs, Avots: <https://www.tomshardware.com/news/intel-tsmc-germany-fabs-subsidies>]. Vācija ir apsolījusi 22 miljardu USD stimulus mikroshēmu ražotājiem, tostarp Intel, TSMC un Wolfspeed, kas piekrita būvēt jaunas pusvadītāju ražotnes šajā valstī. Tomēr Vācijas 2024. gada federālā budžeta apstiprināšana ir aizkavējusies Federālās Konstitucionālās tiesas sprieduma dēļ, kurā tika nolemts, ka neizmantoto līdzekļu pārdale no koronavīrusa krīzes uz Klimata un transformācijas fondu 2022. gadā bija antikonstitucionāla. Vācijas valdība bija plānojusi izmantot šo fondu, lai subsidētu mikroshēmu ražošanu, kā rezultātā tika atlikta budžeta pabeigšana un apstiprināšana.

Šis tiesas lēmums ir radījis zināmu neskaidrību par finansējumu. Tomēr gan federālās, gan reģionālās valdības joprojām ir apņēmušās atbalstīt jauno ražotņu izveidi, tāpēc tās piekrita finansēt projektus. Šie lēmumi ir ļoti svarīgi vietējai Eiropas pusvadītāju piegādes ķēdei.

2.1.6. Posms 6. “Back-end” jeb pakārtotie procesi.

Pie šī posma pieder tehnoloģiskie procesi, kas ved no gatavas silīcija pamatnes (5. posms) līdz čipam montētam korpusā, gatavam lodēšanai uz iespiedplates vai citas pamatnes. Īsumā, tie procesi ir pamatnes griešana atsevišķos čipos, čipu šķirošana, čipu savienošana, montēšana uz metāliska rāmja, mikrokontaktu lodēšana, optoelektronikas gadījumā arī optiskas šķiedras pievienošana, utt. Pēc iepakojšanas notiek testēšana, kas pārbauda čipu kvalitāti un atbilstību specifikācijai, kā arī izturības novērtēšana pielietošanas vidēs (it īpaši svarīgi automobiļiem, militāriem un kosmosa čipiem). Visi šie procesi notiek specializētās rūpnīcās, saucamas OSAT (no angļu Outsourced Assembly and Test). Ar OSAT uzņēmumiem līgumus galvenokārt slēdz IDM un bezražotņu uzņēmumi, piemēram, Intel, AMD un Nvidia, un tie veic šo uzņēmumu projektus. Piemēram, pirms mikroshēmu nosūtīšanas klientiem, Intel savas pamatnes piegādā dažādiem OSAT montāžas un testēšanas pakalpojumiem.

Vairākums Specializēto rūpnīcu ģeogrāfiski atrodas turpat, kur ražotnes izgatavo nokomplektētas silīcija pamatnes - Āzijā. Pamatojoties uz atvieglotu loģistiku un zemajām izmaksām. Lielāko OSAT uzņēmumu tirgus sadalījumu var aplūkot 2.7. attēlā [IDC: Worldwide Semiconductor OSAT Market Grew 5.1% YoY in 2022, Growth Expected in 2024 Due to Accumulated Advanced OSAT Demand, Avots: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prAP51065123>].



Attēls 2.7. Vadošo OSAT tirgus sadalījums, 2022.gads

ASE Grupa (Advanced Semiconductor Engineering, Inc) ir dibināta Taivānā, Amkor (Amkor Technology, Inc.) Dienvidkorejā, JCET Grupa (JCET Group) Ķīnā, PTI (Powertech Technology Inc.) Taivānā. Paredzams, ka OSAT tirgus apjoms pieaugs no 43.36 miljardiem USD 2023. gadā līdz USD 64.01 miljardam līdz 2028. gadam, un CAGR (saliktā ikgadējā pieauguma likme) būs 8,10% [Market Size of OSAT Industry, Avots: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/osat-market/market-size>].

Pusvadītāju nozare ir augusi, un uzmanības centrā ir miniaturizācija un efektivitāte, ko sniedz uzlabotie tehnoloģiskie procesi (5 nm uz zemāk). Sasniegumi un jauninājumi šajā jomā ir tieši ietekmējuši visus sekojošus vērtību ķēdes posmus. Elektronikas tehnoloģiju, tostarp mākslīgā intelekta (AI) un mākoņdatošanas (Cloud computing), straujo attīstību papildina liels pieprasījums pēc iepakotiem čipiem ar lielu ātrumu, zemu enerģijas patēriņu un augstu integrāciju. Tādējādi radot ievērojamus pārdošanas apjomus. Tomēr ievērojamais patēriņa elektronikas pieprasījuma kritums un mākoņpakalpojumu pieprasījuma kritums ir negatīvi ietekmējis OSAT tirgu, izraisot daudzu OSAT rūpnīcu jaudas noslogojuma samazināšanos 2023. gada pirmajā pusē. Paredzams, ka iepakojšanas tehnoloģijas, pateicoties sarežģītas elektronikas attīstībai gan plaša patēriņa elektronikas, gan automobiļu sektorā, kā arī pieprasījumam pēc krājumu pielāgošanas, nākamajos ceturkšņos nodrošinās mērenu OSAT jaudas noslodzes atjaunošanos. Turklāt pieaugošā sarežģītība pusvadītāju iepakojšanas un

testēšanas procesā, ko izraisa ražošanas tehnoloģisko procesu attīstība un miniaturizācijas tendence, joprojām ir viens no galvenajiem izaicinošajiem faktoriem pētītā tirgus izaugsmei. Turklāt galveno pusvadītāju ražotāju vertikālā integrācija iepakojšanas darbībās ir viens no nozīmīgākajiem draudiem, ar ko saskaras globālais OSAT tirgus. Pēdējos gados ražotnes un integrēto IDM ir sākuši attīstīt progresīvus iepakojšanas tehnoloģijas kā daļu no savām pamatkompetencēm. Tas nozīmē, ka daļa no iepakojšanas procesiem tagad notiek uz silīcija pamatnes, pirms tā aiziet no ražotnes un tiek griezta atsevišķos čipos OSAT uzņēmumā. Tas būtiski ietekmē OSAT uzņēmumus, jo daudzi no tiem ir lieli spēlētāji ar lieliem izdevumiem.. Ja šī tendence turpināsies, tas var ierobežot OSAT pārdevēju dažādību un kaitēt to izaugsmei. Tā kā OSAT ražošanas un testēšanas iekārtas galvenokārt esot daudz lētākas par pusvadītāju ražotņu ekipējumu, OSAT strādā ar mazāku peļņu: 20-25% pret 40-45% peļņu ražotnēs [Foundries Versus OSATs, Avots: <https://semiengineering.com/foundries-vs-osats/>]. Kopumā tas dod labākas iespējas jaunuzņēmumiem ienākt OSAT tirgū.

Pēc automobiļu čipu krīzes, Covid-19 pandēmijas laikā, Eiropa centās piesaistīt lielus OSAT spēlētājus izveidot rūpnīcas Eiropā. Piemēram, Amkor OSAT paplašināšanās Portugālē [Amkor to support European semiconductor ecosystem, Avots : https://siliconsemiconductor.net/article/115609/Amkor_to_support_European_semiconductor_ecosystem]. Amkor ir vairāk nekā 40 gadu pieredze automobiļu jomā, un tai ir IATF sertifikācija septiņās pasaules valstīs.

Pateicoties ražotnei Porto (Portugālē), Amkor ir unikālā stāvoklī, lai palīdzētu Eiropas Savienībai tās virzībā uz automobiļu pusvadītāju reģionalizāciju. Amkor ieguldījumi Portugāles rūpnīcā ļauj tai atbalstīt vietējās piegādes ķēdes ātrumu. Kamēr ES čipu akts turpina uzņemt apgriezienus, Amkor ir gatavs palīdzēt ES autobūves nozares līderiem savā 50 000 kvadrātmetru plašā IATF 16949 sertificētā Porto objektā. Amkor ir novirzījis sava globālā uzlabotā iepakojuma apjomu un izcilību tieši vietējā Eiropas piegādes ķēdē. Amkor klienti, kas veic uzņēmējdarbību Eiropā (Infineon (Vācija), Global Foundries (ASV), STMicroelectronics (Francija/Itālija)), izmanto Portugāles ražotnes sniegtās stratēģiskās priekšrocības.

Eiropā esošie pusvadītāju uzņēmumi arī cenšas veicināt pakalpojumu sniegšanu no Ķīnas Eiropai. Piemēram, Intel plāni izveidot OSAT rūpnīcu Polijā [Intel Plans Assembly and Test Facility in Poland, Avots: <https://www.intc.com/news-events/press-releases/detail/1627/intel-plans-assembly-and-test-facility-in-poland>].

Nemot vērā plašās zināšanas un pieredzi optoelektronikas testēšanā Latvijā, šobrīd ir labi apstākļi nacionālo OSAT jaunuzņēmumu dibināšanai.

2.1.7. Posmi 7-9. Gala produkti

Posmi 7-9 aptver gatavu iepakotu čipu integrāciju elektronikas vērtību ķēdes gala produktos: no viedtālruniem līdz lidmašīnām un kosmosa izpētes lidaparātiem. Paredzams, ka tirgus pieaugs no 1078.3 miljardiem USD 2021. gadā līdz USD 1201.1 2023. gadā ar CAGR 5,5%. Turpmāk, gaidāms, ka tirgus sasniegs 1333,2 miljardus USD 2025. gadā un 1713,6 miljardus USD 2030. gadā.

Paredzams, ka visvairāk elektronikas attīstību līdz 2030.gadam ietekmēs šādas nozares:

1. **Mākslīgais intelekts.** Pieejami visās datorizētās un savienotās sistēmās, mākslīga intelekta personīgie asistenti uzlabos un transformēs cilvēku dzīvi jau tuvajā nākotnē.
2. **Viedās ierīces.** Viedās ierīces ir viens no ievērojamākajiem elektronisko komponentu lietojumiem jaunās jomās. Viedās ierīces ietver uzlabotus sensorus, mikrokontrolierus un citus komponentus energoefektīvai veikspējai un attālinātai darbībai, piemēram, viedos ledusskapjus, putekļu sūcējus, gaisa attīrītājus, slēdzenes utt.
3. **Valkājamās tehnoloģijas/ierīces.** Mūsdienās redzamās viedās valkājamās ierīces ir atkarīgas no sensoriem un uzlabotas elektronikas, lai uzraudzītu veselību, izsekotu sportošanu, veiktu zvanus, atbildētu uz e-pastiem un paveiktu daudz ko citu.

4. **Papildinātā realitāte un virtuālā realitāte.** Papildinātās realitātes (AR) un virtuālās realitātes (VR) lauks ir vēl viens jauns elektronisko komponentu lietojums, kas maina veidu, kā mēs patērējam digitālo saturu, spēlējam spēles, rīkojam sanāksmes utt.
5. **Robotika.** Ar katru gadu robotikas sasniegumi kļūst arvien spēcīgāki. Faktiski McDonald's šogad pat atklāja savu pilnībā automatizēto restorānu Teksasā. Tātad visi sasniegumi robotikā ir saistīti ar īpaši izstrādātu elektronisko komponentu viedo pielietojumu.
6. **Medicīnas pētījumi.** Medicīnas nozare kļūst arvien vairāk digitalizēta, mudinot vajadzību pēc modernākām elektroniskām iekārtām. Tātad, visticamāk, parādīsies jauni elektroniski komponenti, kas īpaši sniedz ieguldījumu medicīnas nozarē.
7. **Digitālās drošības attīstīšana.** Drošības digitalizācija ir vēl viena populāra un strauji augoša joma, tostarp tādi aspekti kā datu privātums, kibernetiskā drošība un uzlabota fiziskā drošība. Tāpēc arvien lielāka uzmanība tiks pievērsta nepieciešamībai pēc uzlabotiem elektroniskiem komponentiem, lai izveidotu labi aizsargātas sistēmas.
8. **Ilgtermiņīgas sistēmas.** Tā kā efektīvas un ilgtspējīgas sistēmas kļūst par prioritāti, elektroniskie komponenti turpinās kļūt efektīvāki un patērēt mazāk enerģijas. Tuvākajā nākotnē var prognozēt, ka viena komponente veiks 2-3 komponentu darbu daudz mazākā izmērā un vēl efektīvāk.

Gala produktu vērtību ķēdes posmiem, tāpat kā iepriekš izskatītajiem vērtību ķēdes posmiem, galvenie izaicinājumi ir piegādes ķēžu ievainojamība, ģeopolitiskā situācija un profesionālu darbinieku trūkums. Nenoliedzams izaicinājums visiem posmiem ir arī inflācijas radītie finansiālie sarežģījumi.

2.2. Pasaules vadošo izglītības/pētniecības institūtu identificēšana

Lai definētu pasaules vadošās izglītības/pētniecības iestādes, tika pētītas:

- Datubāzes vai apkopojošie pētījumi par pusvadītāju nozares labākajām izglītības iestādēm. Piemēram, Find the Best Engineering Schools, Avots: <https://www.usnews.com/best-graduate-schools/top-engineering-schools> un QS World University Rankings by Subject 2023: Electrical and Electronic Engineering, Avots: <https://www.topuniversities.com/university-rankings/university-subject-rankings/2023/electrical-electronic-engineering>.
- Datubāzes, mājas lapas un apkopojošie pētījumi par pusvadītāju nozares pētniecības centriem. Piemēram, no IEEE Spectrum, Avots: <https://spectrum.ieee.org/top-100-rd-spenders> vai <https://semiengineering.com/>
- Globālie pusvadītāju konsorcijs, alianses, asociācijas. Piemēram, Accelerate Innovation, Avots: <https://www.inemi.org/> un About ESIA, Avots: <https://www.eusemiconductors.eu/esia/about-esia>

Pusvadītāju nozares pētījumu centri ir organizēti, pakļauti un finansēti atšķirīgos veidos, tie veic kritiski svarīgas funkcijas. Pētniecības institūti ir kritiski pusvadītāju industrijas attīstībai, jo tie veic pamatpētniecību un tehnoloģisko izstrādi, kas ir svarīga jaunām inovācijām un nozares progresam. IMEC Beļģijā ir viens no vadošajiem nanoelektronikas pētniecības centriem pasaulē, kas ir veicis nozīmīgus pētījumus pusvadītāju mērogošanas jomā, nodrošinot nozīmīgu ieguldījumu nākotnes tehnoloģiju attīstībā. Fraunhofer Society Vācijā ir pazīstams kā lietišķās pētniecības institūts, kas veic plašus pētījumus pusvadītāju tehnoloģiju jomā, palīdzot industrijai ar inovatīviem risinājumiem un jaunām tehnoloģijām. Semiconductor Research Corporation (SRC) ASV ir vēl viens svarīgs spēlētājs, kas veicina sadarbību starp akadēmisko un industriālo sektoru, nodrošinot svarīgu platformu zināšanu un tehnoloģiju apmaiņai pusvadītāju pētniecībā.

Inovāciju un Pētniecības Atbalsts: Pusvadītāju industrijas attīstībai nepieciešams stiprs atbalsts inovācijām un pētniecībai. Piemēri no dokumentiem, piemēram, IBM Izpēte, MIT Linkolna laboratorija un IMEC, parāda, ka spēcīga pētniecības un izstrādes bāze ir būtiska veiksmīgai attīstībai. Tas ietver gan finansiālu atbalstu, gan resursu pieejamību jaunu tehnoloģiju attīstībai.

Starptautiskā Sadarbība: Efektīvai pusvadītāju industrijas attīstībai ir nepieciešama starptautiska sadarbība. Semiconductor Research Corporation (SRC), ASV veic sadarbību ar vairāk nekā 100 universitātēm un 25 uzņēmumiem nodrošina globālu pētniecības tīklu.

Finansējuma Avotu Dažādība: Veiksmīgām organizācijām ir dažādi finansējuma avoti, tostarp valsts finansējums, privātais sektors un starptautiski fondi, nodrošinot stabilu un ilgtspējīgu attīstību.

Tehnoloģiju un Zināšanu Pārneses Veicināšana: Tehnoloģiju un zināšanu pārneses veicināšana starp universitātēm, pētniecības institūcijām un uzņēmumiem ir svarīga, lai jaunie uzņēmumi un pētnieki varētu izmantot esošās zināšanas un tehnoloģijas inovācijām. Piemēram, kā IMEC ilgstoši sadarbojas ar ASML. Bieži vien, pētniecības centri un mūsdienīgas ražotnes izvietotas tiešā universitāšu tuvumā.

Infrastruktūras Attīstība: Mūsdienīga infrastruktūra un resursi ir būtiski pusvadītāju industrijas attīstībai, kā to parāda piemēri no IMEC un Fraunhofer.

Pētījums iekļauj pārskatu par 15 Pasaules vadošiem pētniecības institūtiem, kuri darbojas pusvadītāju jomā. To apkopojums tabulā 2.1.

Tabula 2.1 Pasaules vadošo pētniecības institūtu apkopojums

Nr.	Nosaukums Web lapa Izveidots (gads)	Valsts, Galvenā mītne	Gada budžets	Darbinieku, pētnieku skaits	Apraksts, pakalpojumi	Partneri, ievērojami klienti	Komentāri
1	IBM izpēte https://research.ibm.com/ (1945.g.)	ASV Olbanija, Ņujorkas štats	Kopējais IBM pētniecības un attīstības budžets 6,6 BILION USD (2022)	50,1 tūkst (2022) >3000 (2022)	Pirmā starpdisciplinārā pusvadītāju programma	IBM (korporācijas daļa) Rapidus (Japāna) Pētniecības partnerība ar Olbanijas universitāti	Līderība CHIP aktā
2	MIT Linkolna laboratorija https://www.ll.mit.edu/about/facilities/microelectronics-laboratory (1951.g.)	ASV Leksingtona, Masačūseta	1,01 BILION USD (2022)	4140 (2022) 1700 (2022)	Pusvadītāju izpētes un ražošanas iekārta, kas atbalsta jaunu ierīču projektēšanu, izgatavošanu un iepakojšanu	Aizsardzības sektors. Ievērojami blakusefekti	Aizsardzības departamenta federāli finansēts pētniecības un attīstības centrs. Vairāk kā 100 jaunuzņēmumu dažādās nozarēs.
3	Semiconductor Research Corporation (SRC) https://www.src.org/ (1982.g.)	ASV Darema, Ziemeļkarolīna	76,2 MILION USD (2022)	Kopējais skaits 125 (2022)	Pētniecības projekti aparatūras un programmatūras kopprojektēšanā, jaunās arhitektūrās, ķēžu projektēšanā, tranzistoros, atmiņās, starpsavienojumos un materiālos	Konsorcijs ir vairāk nekā divdesmit pieci uzņēmumi un valsts aģentūras ar vairāk nekā simts universitātēm, kas saskaņā ar līgumu veic pētījumus	Kopš 1982. gada SRC ir finansējis vairāk nekā 2 miljardus ASV dolāru pētniecībā, izveidojis pusvadītāju darbaspēku, sponsorējot vairāk nekā 12 000 absolventu, un piešķīris vairāk nekā 700 patentu dalībuzņēmumiem.
4	IMEC www.imec-int.com (1984.g.)	Beļģija Lēvena	846 MILION EUR (2019) ieņēmumi no nozarēm	Kopējais pētnieku skaits 5500 (2022)	Pētījumi nanoelektronikas un digitālo tehnoloģiju jomā. Pilnveidotu pusvadītāju mērogošana	Vairāk nekā 600 pasaulē vadošo nozares partneru un globālā akadēmiskā tīkla ekosistēma	IMEC izveidojās KU Lēvenas universitātē
5	Fraunhofer https://www.fraunhofer.de/ (1973.g.)	Vācija Minhene (galvenā mītne)	3,0 BILION EUR (2022) – publiskais finansējums 2,6 BILION EUR (2022) – ieņēmumi no nozarēm	30,8 tūkst. (2022)	Vācijas pētniecības organizācija ar 76 institūtiem izplatījās visā Vācijā, katrs koncentrējoties uz dažādām lietišķās zinātnes jomām	Pētniecība un industriālie pasūtījumi	Pētniecības organizācija, kuras ietvaros ir 76 pētniecības institūti visā Vācijā (un 5 centri ASV, viens Singapūrā un viens Lielbritānijā). Lielākā praktisko pētījumu organizācija Eiropā
5.1	Fraunhofer IPMS (fotonisko mikrosistēmu institūts)	Drēzdene	apmēram 140 MILION EUR projektam Drēzdenē	Vairāk nekā 500	Saksijas progresīvās CMOS un heterointegrācijas centrs	Centrs piedāvās pilnu vērtību ķēdi 300 mm mikroelektronikā, kas ir priekšnoteikums augsto tehnoloģiju pētījumiem nākotnes tehnoloģijām. Tirtelpas (4000 m² 6. un 3. klase (saskaņā ar ISO 14644-1) un laboratorijas telpas vairāk nekā 80 apstrādes un analīzes instrumentiem	Pētījumi elektronikas un fotonikas mikrosistēmās, orientēti uz praktiskiem pielietojumiem
5.2	Fraunhofer IZM-ASSID	Berlīne		Vairāk nekā 230			300mm pamatņu līnija 3D pamatnes līmeņa sistēmu integrācijai

Nr.	Nosaukums Web lapa Izveidots (gads)	Valsts, Galvenā mītne	Gada budžets	Darbinieku, pētnieku skaits	Apraksts, pakalpojumi	Partneri, ievērojami klienti	Komentāri
6	CEA- Leti https://www.leti-cea.com/cea-tech/leti/english (1967.g.)	Francija Grenoble	330 MILION EUR (2020) (CEA- Leti finansāli atbalsta valsts finansējuma aģentūras)	1900 pētnieku (2020)	Viena no pasaulē lielākajām mikroelektronikas un nanotehnoloģiju lietišķo pētījumu organizācijām.	Intel, Global Foundries, IBM u.c.	11 000 m2 tīrā telpa Portfeli 2760 patenti
7	Integratīvo pusvadītāju materiālu centrs (CISM) https://www.cism-swansea-semiconductors.co.uk/ (2023.g.)	Apvienotā Karaliste Svonsija	29,9 MILION GBP (34,4 miljoni eiro) pētniecības un inovāciju instrumentus (pabeigts 2022. gadā) Atbalsta Velsas valdība 1,2 BILION GBP (1,38 BILION EUR)	Kopējais skaits 2000 (2023) Nav pieejams	Apvienot pusvadītāju un progresīvu materiālu platformas, lai pētītu un izstrādātu jaunas tehnoloģijas un produktus	QE, SPTS Technologies, Microchip un Newport Wafer Fab	4320 kvm platībā
8	Šveices Federālais tehnoloģiju institūts Lozannā (EPFL) Pusvadītāju materiālu laboratorija https://www.epfl.ch/labs/lmsc/ (1969.g.)	Šveice Lozanna	Kopā: 1,063 BCHF 1,10 BILION EUR (2020)	Kopā apmēram 6000 (2020) Nav pieejams	Jaunu pusvadītāju nanostruktūru sintēze un to īpašību izpēte	CISCO, Logitech, Agilent Technologies	EPFL Inovāciju parks ir izveidots rūpnieciskai sadarbībai
9	Trento Universitāte https://www.unitn.it/en (1962.g.)	Itālija Trento	209,5 MILION EUR (2022) ~30 MILION EUR pētniecības budžets (2022)	Apmēram 600 profesoru un pētnieku (2022)	Fotonikas un nanotehnoloģiju institūta (IFN) Trento IFN UOS "Fotonika: materiāli, struktūras un diagnostika" pieder Nacionālajai pētniecības padomei (CNR).	Bosch, Huawei, Airpim	Kopīgi pētniecības projekti ar ISSP UL
10	Trojas Tehnoloģiju universitāte https://recherche.utt.fr/ (1994.g.)	Francija Troyes	13,6 MILION EUR (2019)	Kopā 360 183 doktoranti (2019)	Pētījumi; Elektronu un fotonu ieslodzījuma kombinācija mūsdienu fotoni kājos komponentos	Nav pieejams	Kopīgi pētniecības projekti ar ISSP UL
11	EuroNanoLab https://euronanolab.eu/ (2018.g.)	Francija Parīze	Nav pieejams	Nav pieejams; asociācija, kas pārstāv (2023): 14 valstis 15 mezglis 44 Tirtelpas	Jauna izklaidēta pētniecības infrastruktūra, kas sastāv no vairāk nekā 40 mūsdienīgiem akadēmiskiem nenorāžošānos centriem visā Eiropā	Partnerorganizācijas ASV, Japānā, Austrālijā	ISSP UL ir daļa no EuroNanoLab tīkla

Nr.	Nosaukums Web lapa Izveidots (gads)	Valsts, Galvenā mītne	Gada budžets	Darbinieku, pētnieku skaits	Apraksts, pakalpojumi	Partneri, ievērojami klienti	Komentāri
12	Savienojumu pusvadītāju institūts https://www.cardiff.ac.uk/institute-compound-semiconductors (2015.g.)	Apvienotā Karaliste Kārdifa	~500 MILION GBP (575 MILION EUR) sākotnējais partneru ieguldījums	specializētais personāls 75 (2020)	Izstrādāt inovatīvas jaunas materiālu tehnoloģijas, kas ļaus izmantot plašu jaunu un topošu pielietojumu klāstu	IQE plc Kārdifas universitāte	Ambīcijas pozicionēt Kārdifu par Apvienotās Karalistes un Eiropas līderi savienojumu pusvadītāju ražošanā
13	Korejas zinātnes un tehnoloģiju institūts (KAIST) https://www.kaist.ac.kr/en/ (1971.g.)	Dienvīdkoreja Daejeon	878 MILION USD (2021)	220 mācībspēki un 350 studenti un pētnieki (2021)	Izglītībā balstīti pusvadītāju pakalpojumi; pētījumi dažādās progresīvās jomās	Samsung Semiconductors departaments sadarbībā ar Samsung Electronics kvalificēta darbaspēka attīstībai	Pašreiz tiek veidots KAIST pusvadītāju pētniecības un attīstības centrs
14	Ķīnas Zinātņu akadēmijas (CAS) Pusvadītāju institūts (IOS) http://english.semi.cas.cn/ (1960.g.)	Ķīna Pekina	Nav pieejams	680 darbinieki 500 pētnieki (2022)	integrētas pētniecības programmas, pusvadītāju fizika, materiāli un ierīces līdz sistēmu integrācijai	Nav pieejams	~ ir nodibinājis aptuveni 10 augsto tehnoloģiju uzņēmumus
15	Rūpniecisko tehnoloģiju pētniecības institūts (ITRI) https://www.itri.org.tw/english/ (1973.g.)	Taiwāna Džuduna	630 MILION USD (2022)	Darbinieki, kopā 6000 (2022)	Kopīgs pētījums Tehnoloģiju pārnese Filiāles ASV, Eiropā un Japānā	TSMC ir cieša saikne ar ITRI	ITRI atvērtā laboratorija un inkubators ir veicinājuši jaunu nozares un jaunuzņēmumu izveidi, tostarp UMC un TSMC.

Pētniecības institūtiem (jeb dažos gadījumos - centriem) ir kritiska nozīme zināšanu un pieredzes radīšanā un uzkrāšanā. Šeit top eksperimentālas iestrādes, kuras veiksmes gadījumos tiek mērogotas ražošanas procesam. Savukārt universitāšu studenti un doktoranti iegūst vērtīgu praktisku pieredzi. Pētniecības institūtu (centru) tuvums izglītības procesam ir pieaugoši nozīmīgs.

Daži piemēri no savstarpējām attiecībām pētniecībai ar universitātēm un industriju apskatīta Biznesa situācijās (Case studies).

Universitātes ir pusvadītāju industriju veidojošais spēks, sniedzot pamatu inovācijām un tehnoloģiskajam progresam. Piemēram, Massachusetts Institute of Technology (MIT) ir pazīstams ar savu materiālzinātnes un inženierzinātņu katedru, kas ir izstrādājusi vairākus ziņojumus par ASV līderību mikroelektronikā, akcentējot šīs nozares stratēģisko nozīmi nacionālajā ekonomikā. Turklāt University of California, Berkeley, ir izceļas ar saviem pētījumiem nanotehnoloģiju un mikroelektronikas jomās, nodrošinot jaunas zināšanas un tehnoloģiju risinājumus industrijai.

Purdjū universitāte, lai varētu tālāk attīstīt savas līdera pozīcijas inženiertehnisko darbinieku un speciālistu sagatavošanā, izveido ciešas saiknes ar ražojošiem uzņēmumiem, ražotni izveidojot universitātes ciematiņa teritorijā.

Universitātes ir cieši saistītas ar pētniecības centriem, kuri dažreiz atrodas universitāšu paspārnē vai arī izveidojušies kā spin-off (piemēram, IMEC no KU Lēvenas universitāte).

Pētījumā analizētā informācija par pasaules universitātēm, kurām ir būtiska loma pusvadītāju nozarē. Apkopojums tabulā 2.2.

Tabula 2.2 Pasaules vadošo universitāšu apkopojums

Nr.	Nosaukums Mājas lapa Dibināta (gads)	Valsts	Reitings QS (2024)	Finansējums/ budžets (gads)	Studentu, akad.personāla skaits (gads)	Ar pusvadītāju mikroshēmām nodarbojas (strukturvienība)	Komentāri
1	Masačūsetas Tehnoloģiju institūts (MIT) https://www.mit.edu/ (1861.g.)	ASV Kembridža, Masačūseta	#1	23,5 Bilion USD (2023)	11 856 (2023) 1069 (2022)	Materiālzinātnes un inženierzinātņu katedra	Sagatavoja ziņojumu "ASV līderības pārplicināšana mikroelektronikā"
2	Kalifornijas Tehnoloģiju institūts (Caltech) https://www.caltech.edu/ (1891.g.)	ASV Pasadena, Kalifornija	#15	4,6 Bilion USD (2021)	2397 (2022) 300 (2016)	Lūisa pētniecības grupa	Pētījumi fotoniskas mikroshēmu jomā
3	Purdjū universitāte https://www.purdue.edu/ (1869)	ASV Rietumu Lafajeta, Indiana	#99	2,5 Bilion USD (2021)	52 211 (2023) 2000 (2022)	Pirmā starpdisciplinārā pusvadītāju grādu programma	Partnerība ar <i>SkyWater Technologies</i> , lai izveidotu 1,8 BILION USD ražotni universitātes pilsētiņā; Sadarbība ar TSMC
4	Kembridžas Universitāte https://www.cam.ac.uk/ (~1209.g.)	Apvienotā Karaliste Kembridža	#2	9,3 Bilion GBP 10,7 Bilion EUR (2022. g. orientējoši)	24 450 (2020) 6170 (2020)	Pusvadītāju fizikas grupa	Piedalās IfM Engage konsorciā, Apvienotās Karalistes valdības iniciatīvā pusvadītāju jomā
5	Kārdifas universitāte https://www.cardiff.ac.uk/ (1883.g.)	Apvienotā Karaliste Kārdifa	#154	604,2 Milion GBP 696,2 Milion EUR (2021–22)	33 985 (2022) 3400 (2022)	Salikto pusvadītāju institūts	Salikto pusvadītāju speciālisti
6	Delftas Tehnoloģiju universitāte https://www.tudelft.nl/en/ (1842.g.)	Nīderlande Delfta	#47	893,7 Milion EUR (2022)	27 079 (2022) 2527 (2022)	Mikroelektronikas katedra	Sadarbība ar ARCNL un ASML
7	KU Lēvenas universitāte https://www.kuleuven.be/ (1425.g.)	Beļģija Lēvena	#61	1,1 Bilion EUR (2019)	65 200 (2022) 1903 (2022)	Pusvadītāju ierīces (lekcija/vingrinājumi)	IMEC tika izveidots KU Leuven (1984.gadā)
8	Karlsruē Tehnoloģiju institūts https://www.kit.edu/english/ (2009.g.)	Vācija Karlrūe	#119	1,13 Bilion EUR (2022)	22 373 (2022) 6106 (2022)	Nanoelektronisko sistēmu institūts	Sadarbība ar Intel
9	TU Drēzdene https://tu-dresden.de/ (1828.g.)	Vācija Drēzdene	#246	828,0 Milion EUR (2021)	32.4. (2019) 5751 (2019)	Pusvadītāju un mikrosistēmu institūts	Sadarbojas ar Fraunhofer (jauns pētniecības centrs Drēzdenē)

Nr.	Nosaukums Mājas lapa Dibināta (gads)	Valsts	Reitings QS (2024)	Finansējums/ budžets (gads)	Studentu, akad.personāla skaits (gads)	Ar pusvadītāju mikroshēmām nodarbojas (struktūrvienība)	Komentāri
10	Grenobles Alpu universitāte (UGA) https://formations.univ-grenoble-alpes.fr/en/index.html (1339.g)	Francija Grenoble	#294	450 Milion EUR (2020)	60 000 (2020) 3000 (2020)	UE Pilnveidotas pusvadītāju ierīces	Sadarbība ar STMicroelectronics
11	ETH Federālais tehnoloģiju institūts Cīrihē https://ethz.ch/en.html (1842.g)	Šveice Cīrihe	#7	1,9 Bilion CHF (2,0 Bilion EUR) (2021)	24 534 (2021) 6612 (2021)	Dažādas struktūrvienības, piemēram, Mikroelektronikas dizaina centrs, Integrēto sistēmu laboratorija	Dažādas rūpnieciskās partnerības, piemēram, ABB
12	KTH Karaliskais tehnoloģiju institūts https://www.kth.se/en (1827.g)	Zviedrija Stokholma (Kista)	#73	5,4 Bilion SEK 470 Milion EUR (2020)	13 500 (2019) 950 (2019)	Fotonikas vienība, vāks arī Pusvadītāji	Electrum Lab struktūra (daļa no myfab tīkla)
13	Pekinas Tehnoloģiju institūts https://english.bit.edu.cn/ (1940.g)	Ķīna Pekina	#340	Nav informācijas	26 959 (2022) 3078 (2022)	Integrēto shēmu zinātnes un inženierijas (ICSE) disciplīna	Kopīga skolu un uzņēmumu apmācības programma ar Ķīnas nozares līderiem
14	Taivānas Nacionālā universitāte (NTU) https://www.ntu.edu.tw/english/ (1928.g)	Taivāna Taipeja	#69	16 961 Milion NTD (537 Milion USD) (2021)	32 974 (2021) 2029 (2021)	Elektronikas inženierzinātņu institūts (GIEE)	Starptautiskā pusvadītāju programma
15	Seulas Nacionālā universitāte (SNU) https://en.snu.ac.kr/index.html (1946.g)	Dienvīdoreja Seula	#41	1474 Bilion KRW 1.12 BILION USD (2022)	28 264 (2022) 2278 (2022)	Elektrotehnikas un datortehnikas katedra	Sadarbība ar Samsung; Starptautiskā pusvadītāju pētniecības centrs
16	Tokijas Universitāte https://www.u-tokyo.ac.jp/en/index.html (1877.g.)	Japāna Tokija	#28	280 Bilion JPY 2,54 Bilion USD (2021)	28 133 (2022) 3937 (2022)	Lietišķās elektronikas katedra, citas struktūrvienības	Sadarbība ar TSMC (Taivāna) kopš 2021. gada

Vairumam sarakstā minētām universitātēm ir ilgstošas saiknes ar uzņēmumiem un pētniecības centriem, kas ir viens no veiksmīgas darbošanās pamatnoteikumiem. Lai apkopojums ietvertu maksimāli objektīvu izvērtējumu, apkopojumā ietvertas arī izglītības jomā darbojošās senās universitātes ar gadsimtiem ilgām tradīcijām, gan iepriekšējā gadsimtā dibinātas.

2.3. Pasaules vadošo uzņēmumu identificēšana

Uzņēmumu loma pusvadītāju industrijā ir nenoliedzami svarīga, jo tie nodrošina inovāciju un tehnoloģisko attīstību praktisku realizāciju. Samsung Electronics, kā globāls elektronikas un pusvadītāju ražošanas līderis, ir parādījis savu spēju ne tikai inovēt, bet arī veiksmīgi ieviest jaunas tehnoloģijas tirgū. Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC) ir vēl viens svarīgs spēlētājs, kas kā pasaules lielākais neatkarīgais pusvadītāju līgumražotājs ir būtiski ietekmējis nozares attīstību un globālo pusvadītāju piegādes ķēdi.

Nozīmīgas funkcijas pusvadītāju nozares attīstībā ir:

Sadarbības Veicināšana: Sadarbība starp uzņēmumiem un akadēmiskajām iestādēm ir svarīga. Piemēram, IMEC un KU Lēvenas universitātes gadījumā šāda sadarbība ir nesis labumu gan zinātniskās izpētes, gan komerciālas izstrādes ziņā. Sadarbība veicina zināšanu un tehnoloģiju pārnēsi.

Ekosistēmas Veidošana: Lai veicinātu jaunuzņēmumu izaugsmi un inovāciju, ir jāveido atbalstoša ekosistēma. Piemēri no dokumentiem, piemēram, ITRI Taivānā, ir veicinājuši jaunu nozaru un jaunuzņēmumu izveidi, izmantojot atvērtās laboratorijas un inkubatorus.

Veicot pētījumu tika identificēti pasaules vadošie un/vai nozīmīgie uzņēmumi katrā no pusvadītāju vērtības ķēdes posmiem līdz gala patērētāja posmam atbilstoši McKinsey&Company pusvadītāju vērtību ķēdes aprakstam. Ņemta vērā katra vērtību ķēdes posma specifika un dažādi aspekti, piemēram, dizaina izstrādes uzņēmumi var gan paši ražot mikroshēmas, vai arī ražošanu pēc līguma nodot citam uzņēmumam; pamatnes apstrādes ražotnes izgatavo vai nu sava dizaina mikroshēmas vai arī to dara kā līgumražošanu.

Jāpiezīmē, ka uzņēmumi no dažādiem vērtību ķēdes posmiem ir ļoti atšķirīgi gan pēc apjoma, uzbūves un darbības veida. Dažos posmos ir redzama jaunuzņēmumu klātbūtne, kamēr tradicionālos dominē lieli un seni uzņēmumi.

Pastāv netipiski uzņēmumi, kuri darbojas vairākos vērtību ķēdes posmos, piemēram, lielākie mikroshēmu ražotāji ir iesaistīti gan dizainā, ražošanā un testēšanā/iepakošanā. Pētījumam noderīgāk bija skatīt specializētus uzņēmumus. Tika identificēti 29, kuri pārstāv dažādas ģeogrāfijas un kuru pieredze un iniciatīvas ir svarīgi pētījumam kopumā. Uzņēmumu apraksti ar papildus informāciju ir apkopoti šī pētījuma 2.3. tabulā.

Tabula 2.3 Pasaules vadošo uzņēmumu apkopojums

Nr .	Nosaukums; Mājas lapa; Dibināts (gads)	Atrašanās vietas valsts, galvenā mītne	Vērtību ķēdes posms; Jaunuzņēmums (Ir/Nav)	Apgrozījums Pamatdarbības peļņa	Darbinieku skaits	Apraksts	Komentāri
1	Korporācija SUMCO; https://www.sumcosi.com/english/ ; (1999.g.)	Japāna Tokija	1 (materiāli) Ražo silīcija pamatnes (2. pasaulē); nav jaunuzņēmums	441,0 BILION JPY 2,97 BILION USDS (2022) 109,6 BILION JPY 0,74 BILION USD (2022)	9189 (2022)	Ražo silīcija pamatnes un piegādā pusvadītāju ražotājiem visā pasaulē	Mitsubishi Materials Corporation un Sumitomo Metal Industries kopuzņēmums (1999)
2	Siltronic AG; https://www.siltronice.com/en/ ; (1968.g.)	Vācija Minhene	1 (materiāli) Ražo hipertīras silīcija pamatnes (viens no 10 vadošajiem globālajiem uzņēmumiem); nav jaunuzņēmums	1,8 BILION EUR (2022) 615,4 MILION EUR (2022)	4117 (2021)	Hipertīras silīcija pamatņu ražotājs, mūsdienu mikro- un nanotehnoloģiju pamatā	GlobalWafers (Taivāna) šo uzņēmumu neizdevās pārņemt, regulators neapstiprināja darījumu
3	ASML; https://www.asml.com/ ; (1984.g.)	Nīderlande Veldhovena	2 (kapitāla iekārtas) Fotolitogrāfijas iekārtas; nav jaunuzņēmums	21,2 Bilion EUR (2022) 6,5 BILION EUR (2022)	39 086 (2022)	Specializējas tādu fotolitogrāfijas iekārtu izstrādē un ražošanā, kuras izmanto datoru mikroshēmu ražošanai.)	Sadarbojas ar IMEC
4	Corporation Teradyne Inc.; https://www.teradyne.com/ ; (1960.g.)	ASV Ziemeļredinga, Masačūseta	2-3 (kapitāla iekārtas, intelektuālais īpašums un elektroniskā dizaina automatizācija) Automatizācijas iekārtas, t.sk. robotika; nav jaunuzņēmums	3,2 BILION USD (2022) 868 Milion USD (2022)	6500 (2022)	Automātiskās pārbaudes iekārtas (ATE) projektētājs un ražotājs	Dibināja divi MIT beidzēji
5	Synopsys; https://www.synopsys.com/ ; (1986.g.)	ASV Mountainvjū, Kalifornija	3 (intelektuālais īpašums un elektroniskā dizaina automatizācija) Elektroniskās projektēšanas automatizācijas uzņēmums; nav jaunuzņēmums	5,1 BILION USD (2022) 978 MILION USD (2022)	19 000 (2022)	Koncentrējas uz silīcija dizainu un verifikāciju, silīcija intelektuālo īpašumu un programmatūras drošību un kvalitāti	Aktīvs M&A un ģeogrāfiskās paplašināšanās jomā

Nr .	Nosaukums; Mājas lapa; Dibināts (gads)	Atrašanās vietas valsts, galvenā mītne	Vērtību ķēdes posms; Jaunuzņēmums (Ir/Nav)	Apgrozījums Pamatdarbības peļņa	Darbinieku skaits	Apraksts	Komentāri
6	Altair; https://altair.com/ ; (1985.g.)	ASV Troja, Mičigana	3 (intelektuālais īpašums un elektroniskā dizaina automatizācija) Pusvadītāju dizains; nav jaunuzņēmums	572,2 Milion USD (2022) -43,4 MILION USD (2022)	>2800 (2021)	Pusvadītāju dizaina risinājumi, lai optimizētu EDA dizainu, uzlabotu procesu no projektēšanas līdz ražošanai, likvidētu iterācijas un samazinātu laiku, kad tas nonāk tirgū	Plaši izmantotie instrumenti
7	Dialog Semiconductor, Renesas kopš 2021. gada; https://www.renesas.com/eu/en/about/profile ; (1985.g.)	Japāna Tokija Apvienotā Karaliste Readinga	4 (dizains) (Eiropa, dizains bez ražotnes (<i>fabless</i>)); nav jaunuzņēmums	Pirms iegādes: 1,57 BILION USD (2019) 301,4 Milion USD (2019)	1850. gads	Augsti integrēts lietojumprogrammai raksturīgs standarta produkts (ASSP) un lietojumprogrammai specifiskas integrālās shēmas (ASIC) jauktu signālu integrālās shēmas (IC), optimizētas viedtālruniem, skaitļošanai, lietu interneta ierīcēm, LED cietvielu apgaismojumam (SSL) un viedajam. mājas lietojumprogrammas	Dialogs izmanto teiksmainu biznesa modeli, taču uztur savas testēšanas un fiziskās laboratorijas (Kirheima, Vācija)
8	AMD; https://www.amd.com/en.html ; (1969.g.)	ASV Santaklara, Kalifornija	4 (dizains) (ASV, dizains bez ražotnes (<i>fabless</i>)) nav jaunuzņēmums	23,6 BILION USD (2022) 1,36 BILION USD (2022)	25 000 (2022)	Izstrādā datoru procesorus un ar tiem saistītās tehnoloģijas biznesa un patērētāju tirgiem	20% pieder Siemens, lai atvieglotu Siemens ienākšanu ASV tirgū
9	Taivānas pusvadītāju ražošanas uzņēmums (TSMC); https://www.tsmc.com/ ; (1987.g.)	Taivāna Hsinču	4-5 (dizains, pamatņu apstrādes ražotne) Pusvadītāju mikroshēmu ražotne nav jaunuzņēmums	73,7 BILION USD (2022)	73.1 (2022)	Līgumražošanas un projektēšanas uzņēmums	Fiziskās infrastruktūras plāni ASV (Fēniksa, Arizona un Japāna, Vācija)
10	SkyWater Technologies; https://www.skywatertechnology.com ; (2017.g.)	ASV Blūmingtona, MI	5 (pamatņu apstrādes ražotne) Līgumražošana (ražošana); ir jaunuzņēmums	253,3 Milion USD (2022/2023)	706 (2022)	Amerikāņu pusvadītāju inženierijas un ražošanas lietuve, kas atrodas Blūmingtonā, Minesotas štatā. Tā ir vienīgā ASV piederošā silīcija lietuve	Ražošanas vieta (atrodas Purdjū universitātes pilsētiņā)*
11	ST Mikroelektronics; https://www.st.com/content/st_com/en.html ; (1987.g.)	Šveice Plan-les- Ouates	5 (pamatņu apstrādes ražotne) Globālais integrēto ierīču ražotājs (IDM); nav jaunuzņēmums	16,1 BILION USD (2022) 4,44 BILION USD (2022)	51 370 (2022)	Lielākais Eiropas pusvadītāju līgumražošanas un projektēšanas uzņēmums	franču-itāliešu korporācijas izcelsme. Kotēts NYSE

Nr .	Nosaukums; Mājas lapa; Dibināts (gads)	Atrašanās vietas valsts, galvenā mītne	Vērtību ķēdes posms; Jaunuzņēmums (Ir/Nav)	Apgrozījums Pamatdarbības peļņa	Darbinieku skaits	Apraksts	Komentāri
12	Infiniteon Technologies; https://www.infiniteon.com/ ; (1999.g.)	Vācija Neibibergs	5 (pamatnu apstrādes ražotne) Globālais integrēto ierīču ražotājs (IDM); nav jaunuzņēmums	14,2 BILION USD (2022) 2.85 BILION USD (2022)	56 200 (2022)	Lielākais Vācijas pusvadītāju ražotājs. Viens no 10 lielākajiem pusvadītāju ražotājiem pasaulē.	Kotēts Frankfurtes biržas DAX indeksā
13	ADLINK; https://www.adlinktech.com/en/ ; (1995.g.)	Taiwāna Taipeja	6 ("back-end", jeb pakārtotie procesi) Iepakojums un testēšana; nav jaunuzņēmums	11,8 TWD 0,37 BILION USD (2022) 4,3 TWD 140 MILION USD (2022)	>1600	Projektē un ražo produktus iegultai skaitļošanai, testēšanai un mērīšanai, kā arī automatizācijas lietojumprogrammām	2014. gadā iegādājās uzņēmumu Penta GmbH
14	Ibiden; https://www.ibiden.com/ ; (1912.g.)	Japāna Gifu	7 (gala produkts) Sastāvdaļu ražotājs (piemēram, pusvadītāju plašu un integrēto shēmu iepakojšana); nav jaunuzņēmums	417,6 BILION JPY 2,56 BILION USD (2022) 72,4 BILION JPY 440 MILION USD (2022)	12 958 (2022)	Elektroniskās komponentes un keramika, klientiem, to skaitā Apple Inc., Intel un Groupe PSA	50% no Eiropas tirgus keramikas daļiņu filtriem dīzeļdzinējiem.
15	PCB Design Ltd.; https://pcbdesign.hu/en/homepage/ ; (nav pieejams)	Ungārija Budapešta	7 (gala produkts) Pusvadītāju iespaidplašu dizains; ir jaunuzņēmums	na . 80% pārdošanas eksporta	~20	Neatkarīgs profesionāla dizaina uzņēmums, kas piedāvā produktu attīstības risinājumus, sākot no fundamentālām idejām līdz ražošanai	Risinājumi ietver sistēmas dizainu, shēmu apkopošanu, pusvadītāju plašu izkārtojumu, IBIS modelēšanu un mazu sēriju augstākās klases prototipu testēšanu.
16	Beta LAYOUT GmbH; https://eu.beta-layout.com/ ; (1989.g.)	Vācija Ärbergena	7 (gala produkts) Eiropas tirgus līderis pusvadītāju plašu (PCB) pakalpojumu un elektronikas pakalpojumu jomā; ir jaunuzņēmums	Nav pieejams Arne Hofmann, ekskluzīvais akcionārs	120	Pusvadītāju plašu prototipi un nelielas sērijas ar PCB-POOL ® zīmolu, lāzergriezti SMD trafareti, klientam īpaši augstas izšķirtspējas priekšējie paneļi	Biroji Īrijā, Francijā un Amerikas Savienotajās Valstīs.
17	Bittele Electronics; https://www.7pcb.com/ ; (2003.g.)	Kanāda Toronto	8 (iespaidplates) Pusvadītāju iespaidplašu izgatavošana un montāža; nav jaunuzņēmums	10,0 MILION USD (2022) Nav pieejams	44	Pilnvērtīgs pusvadītāju plašu montāžas uzņēmums prototipu un maza līdz vidēja apjoma pusvadītāju plašu izgatavošanas un montāžas pakalpojumiem	Cenu atlaidēs

Nr .	Nosaukums; Mājas lapa; Dibināts (gads)	Atrašanās vietas valsts, galvenā mītne	Vērtību ķēdes posms; Jaunuzņēmums (Ir/Nav)	Apgrozījums Pamatdarbības peļņa	Darbinieku skaits	Apraksts	Komentāri
18	Fineline; https://www.fineline-global.com/ ; (2007.g.)	Austrija Vīne	8 (iespiedplates) Pusvadītāju plašu izgatavošana un montāža; ir jaunuzņēmums	Nav zināms (pieder vienai personai)	>350 80 PCB inženieri	Piegādā virkni pusvadītāju plašu tehnoloģiju un piegādes ķēdes risinājumu	Fineline GmbH un Aviv PCB & Technologies apvienošanās rezultāts
19	SAMSUNG; https://www.samsung.com/us/ ; (1938.g.)	Dienvidkoreja Suvona	9 (gala produkts) Gala produkts Mobilie tālruni; nav jaunuzņēmums	233,13 BILION USD (2022) 49,0 BILION USD (2022)	270,3 tūkst. (2022, elektronika)	Pasaulē lielākais mobilo tālrunu, viedtālrunu un televizoru ražotājs	Globālais tīkls, citas aktivitātes Arī citas darbības pusvadītāju vērtības ķēdē, piemēram, ražošana
20	SIA DENSO TEN; https://www.denso-ten.com/ ; (1972.g.)	Japāna Kobe	9 (gala produkts) Autovadības moduļi automašīnām; nav jaunuzņēmums	439,3 BILION JPY 2,69 BILION USD (2022) 21,0 BILION JPY 130 MILION USD (2022)	164 572	Auto elektronika, mājas audio tehnika, mobilo sakaru radio	Globālais tīkls
21	Robert Bosh GmbH; https://www.bosch.com/ ; (1886)	Vācija Gerlingena	9 (gala produkts) Autovadības moduļi automašīnām; nav jaunuzņēmums	88,2 BILION EUR (2022) 3,8 BILION EUR (2002)	421 300 Pētniecība un attīstība 85 500	Mobilitāte — savienotā mobilitāte, automatizētā mobilitāte un spēka piedziņas sistēmas un elektrificēta mobilitāte	Globālais ražošanas tīkls, citas aktivitātes

Aplūkojot izvēlētos uzņēmumus McKinsey vērtību ķēdē, redzams, ka vairumā vērtību ķēdes posmu dominē lielie uzņēmumi ar vismaz desmitgadēm ilgu vēsturi un tradīcijām. Tikai daži posmi šķiet pieejami jauniešcējiem, piemēram, dizains (īpaši bezražotņu), iespiedplates.

Ja elektroniskā dizaina automatizācija koncentrēta galvenokārt ASV, tad pamatņu apstrādes ražotnes, un gala produkti atrodas dažādās ģeogrāfijās. Āzijas ražotāji dominē ar liela apjoma vienveidīgu produkciju.

2.3.1. Gadījumu izpēte: pusvadītāju pasaules pieredze

Pētījumā tika veikta gadījumu izpēte (Case Studies), ar mērķi parādīt vairāku iesaistīto pušu mijiedarbību, izvirzītos mērķus, resursus un rezultātus.

Uzsvars tika likts uz esošo pozīciju nostiprināšanu, kā arī pozīciju nostiprināšanu un aktivitātēm līderpozīciju iegūšanai. Sekojošās 6 biznesa situācijas dod detalizētu informāciju par vēsturiskām pozīcijām, plānotām iniciatīvām un attīstībām izvirzītu mērķu sasniegšanai.

(1) Chips Act iespēju izmantošana – Purdjū universitāte un SkyWater Technologies

Purdjū universitātei ir senas un valstī atzītas tradīcijas inženieru un speciālistu gatavošanā. Paredzot, ka nākamajos piecos gados ASV tiks uzbūvētas, iespējams, 13 jaunas pusvadītāju rūpnīcas, tam vajadzēs apmēram 50 000 jaunus pusvadītāju inženierus. Lai nostiprinātu un paplašinātu savu līderību, ir izveidota ASV pirmā starpdisciplinārā pusvadītāju grādu programma.

Pure-play silīcija pusvadītāju ražotājs SkyWater technologies, izvēlas Purdjū Discovery Park rajonu, lai izbūvētu pusvadītāju ražotāni USD 1,8 miljardu apmērā, kas piecu gadu laikā radīs 750 darbavietas. SkyWater Technologies tiek minēts kā veiksmīgs piemērs Baidena administrācijas ieguldījumam infrastruktūrā.

Jau 2022.gadā Purdjū universitāte uzsāka sadarbību ar MediaTek Inc., vadošo globālo dizaina mikroshēmu ražotāju bez rūpnīcas (fabless), lai atvērtu uzņēmuma pirmo pusvadītāju mikroshēmu dizaina centru ASV Vidusrietumos, kas atradīsies Purdjū Discovery Parka rajonā. Universitāte sadarbojas arī ar TSMC pētniecībā un darbaspēka attīstībā, kā arī līdzdarbojas Pusvadītāju pētniecības korporācijā (SRC), strādājot ar iepakojšanas pilnveidošanu, 50 reizes samazinot laika patēriņu no arhitektūras projektēšanai līdz iepakojšanai.

(2) Līderība – Kārdifas Universitāte un IQE pls (pirmais savienojumu pusvadītāju (CS – Compound semiconductors) klasteris Eiropā)

Lai kļūtu par Eiropas līderi izvēlētajā pusvadītāju nozares segmentā, Kārdifas universitāte, Lielbritānijas pusvadītāju ražotājs IQE PLS ar Velsas reģiona finansiālu atbalstu, jau 2015.gadā izveidoja ICS institūtu - Savienojumu pusvadītāju centru, kas koncentrējas uz materiāliem un komerciālo attīstību.

ICS ir saņēmis vairāk nekā £ 80 miljonus ieguldījumus savā jaunajā ēkā un iekārtās, tostarp vairāk nekā £ 30 miljonu ārēju ieguldījumu. Papildus 1500 kvadrātmētru tīrajai telpai, īpašas raksturošanas un gala apstrādes zonas ļaus mums veikt CS pamatņu apstrādi līdz pat 8 collu diametrā zem viena jumta un paplašināt mūsu nozares standarta pakalpojumu klāstu. ICS ir izveidojusi vismodernāko 8 collu ražošanas līniju blakus Translational Research Hub (TRH).

Šis projekts apvieno universitātes sniegto izglītību, pētījumus ar industrijas vajadzībām, stiprinot reģiona ekonomiku.

(3) Francija – Grenoble Uni Alps – CEA-Leti – ST Microelectronics – Francijas silīcija ieleja

Francijas silīcija ieleja (Grenoblē) ir mītne Grenobles Alpu universitātei, pētniecības centrs CEA-Leti, kā ir Francijas globāls mikroshēmu nozares ražotājs ST ST Microelectronics, kurš 2023.gada vasarā uzsāka jaunas rūpnīcas celtniecību (Grenoblē) ar kopējām izmaksām 7,5 miljardi EUR (Francijas valdība subsidē 2,9 miljardus EUR.).

Reģions ir pievilcīgs arī jaunuzņēmumiem. Soitec (Euronext Paris), pasaules līderis inovatīvu pusvadītāju materiālu projektēšanā un ražošanā, un Grenobles Alpu universitāte ar

tās institūtu Universitaire de Technologie 1 (IUT1), paziņo par trīs gadu partnerības līguma parakstīšanu, lai stiprinātu sadarbību starp abām struktūrām un izstrādātu izcilības ceļu mikroelektronikas profesijām. 2023.gadā plānoti 2 miljardi EUR investīciju nozares jaunuzņēmumos reģionā.

(4) Silīcija Saksija – Franhofer, Drēzdenes TU

Saksija (reģiona Vācijā, Drēzdene) veidojas kā nozīmīgs centrs pusvadītāju nozarē kur izvietojas augstskolas, pētniecības centri un šo reģionu izvēlas globāli mikroshēmu ražotāji. Piemēram, TSMC ienāk Silīcija Saksijā ar 10 miljardu EUR mikroshēmu rūpnīcu (2023). Bosch, Infineon, GlobalFoundries, X-FAB un SAW Components, Free State jau Saksijā nodrošina pasaulē lielāko pusvadītāju ražotāju blīvumu. Vācijas valdība ir piešķīrusi Intel subsīdijas 9,9 miljardu eiro apmērā (kopā investīcijas 30 miljardi EUR) - divas mikroshēmu ražošanas rūpnīcas Magdeburgā, Saksijā-Anhaltē (2023).

Divas Fraunhofer vienības Drēzdenē plāno izveidot jaunu pētniecības centru. Fraunhofer IPMS un Fraunhofer IZM-ASSID apvieno savas kompetences un izveido Saksijas pilnveidoto CMOS un Heterointegrācijas centru. Centrs piedāvās pilnu vērtību ķēdi 300 mm mikroelektronikā, kas ir priekšnoteikums augsto tehnoloģiju pētījumiem nākotnes tehnoloģiju jomā.

Infineon Technologies AG (Vācijas globāls mikroshēmu ražotājs) Saksijā uzsāk jaunas ražotnes celtniecību (Drēzdene). Ar investīcijas apjomu – 5 miljardi EUR, jaunā ražotne ir lielākais investīciju projekts Infineon vēsturē (2023).

(5) Līderība ES un pasaulē – KU Lēvenas Universitāte – IMEC – ASML

Benilukss pusvadītāju klāstera pirmsākumi meklējami jau 80-jos gados. KU Lēvenas universitātē kā spin-off izveidojās IMEC, globāli atzīts vadošs pētniecības centrs (ar kuru sadarbojas arī Latvijas pētnieki). IMEC ilgstoši sadarbojas ar Nīderlandes pusvadītāju iekārtu un tehnoloģiju ražotāju ASML.

Šīs vienības ģeogrāfiski attīstās (filiāles, partnerības) un ir radījušas pamatu atzītai Eiropas un globālai līderībai.

Padziļinās arī šo vienību sadarbība, piemēram ASML parakstījis MoU ar IMEC par jaunāko iekārtu plānotajā jaunajā IMEC tīrtelpā (1.5 miljardu EUR investīcijas Chips Act ietvaros).

KU Lēvenas universitāti jau ceturto gadu Reuters nosauc par inovatīvāko universitāti Eiropā. IMEC ir viens no vadošajiem pētniecības centriem nozarē ar 4 miljardiem EUR vērtām pilotlīnijām, bet ASML, vienīgais uzņēmums pasaulē, kam pieder tehnoloģija mikroshēmu ražošanai no silīcija pamatnēm.

(6) Līderība – atgūt iekavēto – Dienvidkoreja

Dienvidkoreja mikroshēmu pasaules tirgū dominē atmiņu segmentā, tomēr neliela klātbūtne pārējos pusvadītāju mikroshēmu segmentos, īpaši jaunajos strauji augošos (Mākslīgais intelekts, optiskās diskretās).

Lai situāciju mainītu, Dienvidkorejas vadība noteikusi K-pusvadītāju stratēģiju, ar 450 miljardiem USD investīciju plānu (līdz 20230.gadam), nodokļu atvieglojumus 260 miljardiem USD apjomā (piecu gadu laikā) ar noteiktiem mērāmiem uzdevumiem.

Izvēlētām 8 universitāšu grupām (5 universitātes un 3 koalīcijas) izdalīti 42.4 miljoni USD, lai četru gadu periodā katru gadu sagatavotu vairāk kā 400 augstas veiktspējas speciālistu. Universitāšu uzdevums būs arī paplašināt pētījumus par mākslīgā intelekta mikroshēmām un nākamās paaudzes pusvadītāju tehnoloģijām.

Plāns aptver dažāda veida pusvadītāju nozares uzņēmumu attīstību (arī ar privātā kapitāla līdzdalību): fabless, foundry (pamatņu ražošanu) un pakošanu, ieskaitot

jaunuzņēmumu veidošanu. Piemēram, 2021. gadā privātie kapitāla fondi nozares jaunuzņēmumos investējuši 6.4 miljardus USD.

Biznesa situācija: CHIP Act iespēju izmantošana – Purdjū universitāte SkyWater Technologies

Purdjū Universitāte

Galvenie fakti

Dibināta : 1869.g.

Studenti: 50 100 (2022.g.)

Akadēmiskais darbinieki : 2000 (2022g.)

Purdjū Inženierzinātņu koledža



Kursi :

Pirmā starpdisciplinārā pusvadītāju grādu programma.

Pusvadītāju grādu programma (SDP), Purdue grādu un akreditācijas dokumentu kopa, paredzēta maģistriem un bakalauriem.

Pusvadītāju speciālistu iepazīšanās

“Lai apmierinātu pieaugošās prasības pēc pusvadītāju speciālistiem (nākamajos piecos gados ASV tiks uzbūvētas, iespējams, 13 jaunas pusvadītāju rūpnīcas); tam vajadzēs apmēram 50 000 jaunus pusvadītāju inženierus” apgalvo Marks Lundstroms , elektrotehnikas un datorikas profesors, Purdjū universitāte.

Purdjū, viena no lielākajām inženierzinātņu skolām ASV, pēc Lundstroma teiktā cenšas izcelties ar savu «tvērumu un mērogu” .

SkyWater Technologies



- Dibināts: 2017.gadā
 - HQ: Blūmingtona , Minesota
 - Ieņēmumi : 213 MUSD (2022)
- Pure-play* silīcija pusvadītāju ražotājs. Tehnoloģija-kā-pakalpojums novatori, nodrošina uzņēmumiem iespēju kopīgi radīt nākotnes tehnoloģijas dažādās kategorijās, tostarp jaukta signāla CMOS, ROIC, rad-hard IC, jaudas diskrētiem , MEMS, supravadošajiem IC, fotoniku, oglekļa nanocaurulēm un starpposmiem.

Partnerība ar Purdjū Universitāti

SkyWater Tehnoloģija izvēlas Purdjū Discovery Park rajonu, lai izbūvētu pusvadītāju ražotni USD 1,8 miljardu apmērā, kas piecu gadu laikā radīs 750 darbvietas.

Spēja veikt tik lielas investīcijas ļauj SkyWater Technologies, Purdjū Universitātes un Indiānas štata kopīgi pūliņi, lai veiksmīgi iegūtu federālos finanšu stimulus dotāciju veidā, kā tas noteikts CHIPS likumdošanā.

Cits aktivitātes :

2022. gada jūnijā Purdjū uzsāka sadarbību ar MediaTek Inc., vadošo globālo dizaina mikroshēmu ražotāju bez rūpnīcas (*fabless*), lai atvērtu uzņēmuma pirmo pusvadītāju mikroshēmu dizaina centru ASV Vidusrietumos, kas atradīsies Purdjū Discovery Parka rajonā.

2023.gada jūnijā, Purdjū un TSMC (Taivāna) paplašina partnerību pusvadītāju izpētē un darbaspēka attīstībā.

Purdjū darbojas kā līdzvadītājs Pusvadītāju pētījumu korporācijas (SRC) Neviendabīgās integrācijas iepakojuma pētījumu centrā (SRC CHIRP), kas ir vienīgais uzlabotais iepakojuma centrs SRC portfelī.

Purdue pētniecības mērķis ir ļaut 50 reizes samazināt sistēmas realizācijas laiku no arhitektūras projektēšanas līdz iepakojšanai.

Rezultāti :

SkyWater Technologies tiek minēts kā veiksmīgs piemērs Baidena administrācijas ieguldījumam infrastruktūrā.

2021. gada 12. aprīlī prezidents Džo Baidens pacēla SkyWater Technologies veidoto silīcija pamatni, paskaidrojot , ka mikroshēmas ir infrastruktūras veids.

Biznesa situācija: Līderība – Kārdifas Universitāte un IQE Plc → pirmais savienojumu pusvadītāju (CS – *Compound semiconductors*) klasteris Eiropā

Kārdifas Universitāte

Galvenie fakti

Dibināts : 1883

Studenti: 33 985 (2022.g.)

Akadēmiskais darbinieki : 3400 (2022.g.)

Savienojumu Pusvadītāju institūts (ICS – *Institute for Compound Semiconductors*)

Kursi :

- Savienojumu pusvadītāju izgatavošana
- Savienojumu Pusvadītāju fotonikas teorija un koncepti
- Savienojumu pusvadītāju lietojumi specifiskās fotonikas integrālās shēmās

Fokuss pusvadītāju nozarē

Savienojumu pusvadītāju institūta mērķis ir pozicionēt Kārdifu par Eiropas līderi savienojumu pusvadītāju pētījumos, nodrošinot platformu, kurā pētnieki un nozare strādā kopā.

Vīzija ir Kārdifas Universitāte kā kļūt par dibinātāju un galveno partneri pirmā savienojumu pusvadītāju klastera attīstībā Eiropā.



Institute for Compound Semiconductors
Sefydliad Lled-ddargludyddion
Cyfansawdd



Savienojumu pusvadītāju institūts (ICS)

Ambīcija - pasaules klases savienojumu pusvadītāju izpēte un maza mēroga ražošanas iekārta. ICS, kas ir pieejams visiem uz atvērtas piekļuves pamata, nodrošina platformu ražošanai uz pamatnēm ar diametru līdz 200 mm, kur zinātnieki un nozare strādā kopā, lai sagatavotu projektus pārņemšanai ražošanas vidē. Aprīkojumā ietilpst MCS8 manuālā pārklājuma sistēma, MA8 Gen4 masku izlīdzinātājs, SD12 un AD12 mitrās apstrādes sistēmas un HMxSquare 9 fotomasku tīrītājs, PlasmaEtch PE-75 plazmas apstrādes sistēma un ADT 7900 pamatņu griešanas zāģis.

IQE PLC ir Lielbritānijas pusvadītājs uzņēmums dibināts 1988. gadā Kārdifā,



Velsa, kas ražo epitaksiālās pamatnes plašam tehnoloģiju lietojumu klāstam bezvadu, optoelektroniskām, elektroniskām un saules enerģijas ierīcēm.

Institūts (ICS) tika izveidots kā Kārdifas Universitātes un IQE kopējs projekts, kas tika izveidots 2015. gadā, lai izveidotu Savienojumu pusvadītāju centru, kas koncentrējas uz materiāliem un komerciālo attīstību.

Nesen aktivitātes :

Daļa no Kārdifas Universitātes jaunās 300 miljonus mārciņu vērtās inovāciju pilsētiņas, tā apvienos progresīvus pētījumus, tehnoloģiju nodošanu, uzņēmējdarbības attīstību un studentu uzņēmumus.

ICS ir saņēmis vairāk nekā £ 80 miljonus ieguldījumus savā jaunajā ēkā un iekārtās, tostarp vairāk nekā £ 30 miljonu ārēju ieguldījumu. Papildus 1500 kvadrātmētru tīrajai telpai, īpašas raksturošanas un gala apstrādes zonas ļaus mums veikt CS pamatņu apstrādi līdz pat 8 collu diametrā zem viena jumta un paplašināt mūsu nozares standarta pakalpojumu klāstu. ICS ir izveidojusi vismodernāko 8 collu ražošanas līniju blakus *Translational Research Hub (TRH)*.

Rezultāti :

ICS bija dibinātājs un galvenais partneris CSconnected , pirmajā savienojumu pusvadītāju klasterī Eiropā.

Institūts nodrošina maza un vidēja apjoma ražošanu, papildinot citus klastera partnerus ar zināšanām un spēju pārvērst akadēmisko izcilību līdz praktiskām, ražojamām ierīcēm un integrētām apakšsistēmām.

Biznesa situācija: Francija – Grenoble Uni Alps – CEA-Leti – ST Microelectronics

Grenobles Universitātes Alpi

Dibināts : 1834

Studenti: 65 189 (2021-2022)

Akad.personāls 3000 (2021)



Pusvadītāju laboratorija

Kursi:

Piemēram,

- Fotonika un pusvadītāji
- Pusvadītāju fizika
- Uzlabotie CMOS — fizikālie procesi un procesu integrācija

Nesen dinamika (2023)

Vispievilcīgākais darījums bija 2 miljardu eiro finansējums, tostarp 850 miljonu eiro pamatkapita, ko septembrī piesaistīja zemu oglekļa emisiju akumulatoru uzņēmums Verkor, lai 2025. gadā izveidotu milzīgu rūpnīcu masveida ražošanai.

Jaunuzņēmumi: Aledia piesaistīja 120 miljonus ASV dolāru savai mikrokrāna tehnoloģijai; GreenWaves 20 miljonus dolāru par savu dizaina pusvadītāju uzņēmumu bez ražotnes (fabless); Aptuveni 19 miljoni USD par kvantu skaitļošanas tehnoloģiju; un Renaissance Fusion piesaistīja \$ 19 miljonus kodolsintēzes pētījumiem.

Francijas nacionālā banka Bpifrance ir padarījusi šādu darījumu un plašākas publiskās pētniecības komercializācijas veicināšanu par sava plašākā 3,5 miljardu eiro dziļo tehnoloģiju investīciju plāna pīlāru.

Soitec (Euronext Paris), pasaules līderis inovatīvu pusvadītāju materiālu projektēšanā un ražošanā, un Grenoble Alpu universitāte ar tās institūtu Universitaire de Technologie 1 (IUT1), paziņo par trīs gadu partnerības līguma parakstīšanu, lai stiprinātu sadarbību starp abām struktūrām un izstrādātu izcilības ceļu mikroelektronikas profesijām.

Ambīcijas / mērķis :

Francijas silīcija ieleja – ciešas saites starp akadēmiskās aprindām un biznesu

CEA-Leti

- dibināts 1967
- Pētījumu institūts
- Elektronika un IT
- 315 Meur budžets
- Atrašanās vieta – Grenoble, biroji ASV (Silīcija ieleja), Japāna (Tokija)
- 330+ rūpnieciskie partneri
- 2760 patentu portfolio
- 74+ jaunuzņēmumi izveidoti (t.sk. ST-Microelectronics (1972))
- 11 000 m2 Tirtelpa



ST Microelectronics

- Ieņēmumi – 10 B



Jauna pusvadītāju rūpnīca Francijā ar STMicroelectronics un GlobalFoundries (2023. gada jūnijs) :

- Kopējās projektu izmaksas – 7,5 BEur
- 40% (2,9 BEur – franču valdības subsīdija)

Tehnoloģija izmantos par 130 MW mazāk nekā līdzīgas rūpnīcas . Ūdens patēriņš - par 60% mazāks. Šis projekts palielinās Eiropas mikroshēmu ražošanas jaudu par 6%.

Rezultāti :

STMicroelectronics (ST) ir viens no pasaulē lielākajiem un ievērojamākajiem pusvadītāju uzņēmumiem; tas konkurē ar Texas Instruments, lai kļūtu par labāko analogo mikroshēmu ražotāju. ST ražo daudzus veidu diskrētas ierīces (piemēram, tranzistorus un diodes) un integrālās shēmas (IC), tostarp mikrokontrolerus, atmiņas mikroshēmas un lietojumprogrammām raksturīgās IC. Tas tiek pārdots ražotājiem telekomunikāciju, datoru, plaša patēriņa elektronikas, rūpniecības un automobiļu tirgos. Klientu vidū ir Alcatel-Lucent, Bosch, Hewlett-Packard un Nokia. STMicroelectronics lielāko daļu pārdošanu veic ārpus Eiropas.

Biznesa situācija: Silīcija Saksija – Fraunhofer, Drēzdenes TU

Drēzdenes Tehniskā Universitāte (TU) Galvenie fakti



Dibināta : 1828
Studenti: 32,4 th (2019)
Akadēmiskais darbinieki : 5751 (2019)
Pusvadītāju un mikrosistēmu institūts

Kursi :

Organiskie pusvadītāji un lietišķās studijas organiskajā elektronikā
Teorētiskās un praktiskās zināšanas par mikroelektronikas tehniskajām procedūrām, mikrosistēmu tehnoloģijām, tehnisko optiku, kā arī nepieciešamajiem materiāliem un komponentēm

Attiecības ar Fraunhoferu

Gadu gaitā dažādi sadarbību projekti ir realizēti sadarbībā Drēzdenes TU un Fraunhofer.

Piemēram, trīs Fraunhofera institūti IVI, IWS un IWU Drēzdenē kopā ar Drēzdenes TU izveido «Lietišķo pētījumu dizaina laboratoriju», kas pieejama pētniekiem. DesignLab, kas atrodas Saksijas štata galvaspilsētā, sadarbībā ar visiem Fraunhofera institūtiem visā valstī veiks dizaina izpēti, plānojot nākotnē (2023. gadā) paplašināt šo darbu arī starptautiskā līmenī. Fraunhofera Keramikas tehnoloģiju un sistēmu institūts IKTS, Vieglsvara inženierijas un polimēru tehnoloģiju institūts ILK (Drēzdenes TU) un Korejas Materiālzinātnes institūts KIMS atver kopīgu materiālu pētniecības centru Čangvonā, Dienvidkorejā (2019). Drēzdenes Tehniskā universitāte un Fraunhofera fotoniskas mikrosistēmu institūts IPMS ir panākuši konkrētas vienošanās par zinātnisko sadarbību ar vairākām Taipejas un Hsinču (Taivāna) universitātēm.

Fraunhofer



Fraunhofer IPMS un Fraunhofer IZM-ASSID

apvieno savas kompetences un izveido Saksijas pilnveidoto CMOS un Heterointegrācijas centru . Centrs piedāvās pilnu vērtību ķēdi 300 mm mikroelektronikā, kas ir priekšnoteikums augsto tehnoloģiju pētījumiem nākotnes tehnoloģiju jomā.

Ar aptuveni 140 miljonu eiro investīciju apjomu tīrūtelpu iekārtās, Fraunhofer IPMS ir unikālā pozīcija Vācijā lietišķo pētījumu jomā par moderno 300 mm pamatņu nozares standartu CMOS ražošanas sākumā (front-end). Fraunhofer IZM-ASSID papildina šīs zināšanas ar novatoriskām iepakojuma un sistēmu integrācijas tehnoloģijām.

Nanoelectronic Technologies CNT centrs ir

Fraunhofera fotonisko mikrosistēmu IPMS institūta biznesa vienība. Tas veic lietišķos pētījumus par 300 mm plāksnēm mikroshēmu ražotājiem, piegādātājiem, ierīču ražotājiem un pētniecības un attīstības partneriem. Klientu pasūtījumu apstrādei ir pieejamas 4000 m² tīrtelpas 6. un 3. klasē (atbilstoši ISO 14644-1), kā arī laboratorijas telpas ar vairāk nekā 80 apstrādes un analītiskas instrumentiem.

Infenion Saksijā

Infineon Technologies AG

uzsāk jaunas ražotnes celtniecību

Drēzdenē. Ar investīcijas apjom 5 BEur, jaunā ražotne ir lielākais investīciju projekts Infineon vēsturē (2023).

Von der Leyen : “Mums Eiropā vajag vairāk šādu projektu, jo pieprasījums pēc mikroshēmām turpinās strauji pieaugt. .. saskaņā ar Eiropas mikroshēmu likumu (*Chip Act*) jāizveido spēcīgāku un noturīgāku Eiropu digitālajā jomā (43 BEur investīcijas ir iezīmētas nākamajiem gadiem) .



Rezultāti vai saistīta informācija:

Saksija veidojas kā nozīmīgs centrs pusvadītāju nozarē.

Piemēram, TSMC ienāk Silīcija Saksijā ar ar 10 BEur mikroshēmu rūpnīcu (2023).

Bosch, Infineon, GlobalFoundries , X-FAB un SAW Components, Free State jau Saksijā nodrošina pasaulē lielāko pusvadītāju ražotāju blīvumu. Vācijas valdība ir piešķirusi Intel subsīdijas 9,9 miljardu eiro apmērā (kopā investīcijas 30 BEur) - divas mikroshēmu ražošanas rūpnīcas Magdeburgā, Saksijā-Anhaltē (2023).

Biznesa situācija: līderība – atgūt iekavēto – Dienvidkoreja

Fakti

Dienvidkorejas pusvadītāju rūpniecība, kas veido **gandrīz 20% no valsts iekšzemes kopprodukta (IKP)**, ir ļoti koncentrēta atmiņas pusvadītāju segmentā, kas rezultējas 56,9 % no globālā atmiņas pusvadītāju tirgus. Maza ietekme uz citiem segmentiem, piemēram, loģiskā, analogā un optiskā diskretā, kur Dienvidkorejas tirgus daļa ir mazāka par 3%.

Koordinācija un finansējums

Ir izvēlētas piecas universitātes un trīs universitāšu koalīcijas, kas šogad kopumā saņems 54 miljardus vonu (42,4 miljonus ASV dolāru) pusvadītāju talantu veicināšanai, otrdien paziņoja Izglītības ministrija. Tā dēvētajām pusvadītāju specializētajām universitātēm turpmāko četrus gadu laikā katru gadu būs jāsaņem vairāk nekā 400 augstas veiktspējas bakalaura līmeņa pusvadītāju nozares absolventu, jo valsts cenšas novērst darbaspēka trūkumu pusvadītāju nozarē.

Universitātes tika izvēlētas publiskajā konkursā, kas notika 2023.gada sākumā. Seulas metropoles apgabalā, kas ietver Seulu, Inčonu un Kjongi, tika izvēlētas šādas universitātes: Seulas Nacionālā universitāte, Sungkyunkwan universitāte un koalīcija, kurā ietilpst Myongji universitāte un Hoseo universitāte.

AMBĪCIJAS

Prezidents Juns (Yoon) ir norādījis nepieciešamību veicināt sadarbību starp publisko un privāto sektoru, lai uzvarētu globālajā pusvadītāju sacensībā, nosaucot to par visaptverošu "industriālo karu". Dienvidkorejas valdības K-pusvadītāju stratēģija ir līdz 2030. gadam izveidot pasaulē labāko pusvadītāju piegādes ķēdi ar 450 BUSD investīciju plānu. Valdība ir arī paziņojusi par gandrīz 260 miljardu dolāru nodokļu atlaidēm pusvadītāju iekārtām un pētniecības un attīstības finansējumam (5 gadu laikā).

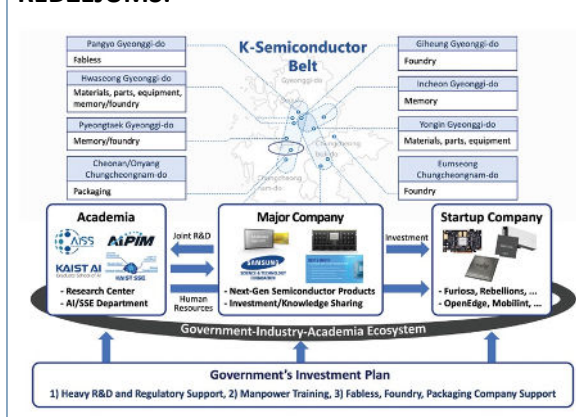
Pašreizējie centieni:

Korejas universitātes pieliek lielas pūles, lai paplašinātu pētījumus par mākslīgā intelekta mikroshēmām un nākamās paaudzes pusvadītāju tehnoloģijām. Nozares uzturēšanai pēc 10 gadiem būs nepieciešami vismaz 270 000 cilvēku (speciālistu).

Plānotais rezultāts: No katras universitātes

Katrai universitātei vai koalīcijai katru gadu būs jāsaņem vismaz 50 bakalaura līmeņa pusvadītāju absolventi, vienlaikus izmantojot fondu, lai izstrādātu specializētas pusvadītāju mācību programmas un izglītības programmas. Kopā iniciatīva dos vairāk kā 400 augsti kvalificētu speciālistu gadā.

REDZĒJUMS:



LIELIE UZŅĒMUMI



Biznesa situācija: Līderība ES un pasaulē – KU Lēvenas Universitāte – IMEC – ASML

KU Lēvenas universitāte

Galvenie fakti

Dibināta: 1834

Studenti: 65 189 (2022)

Akadēm. darbinieki : 11 534 (2022)



Pusvadītāju laboratorija

Kursi (piemēri):

- Pusvadītāju ierīces
- Pusvadītāju fizika
- Pusvadītāju materiālu fizika
- Organiskie pusvadītāji

IMEC



- izveidots 1984. gads
- Atdalījās no KU Lēvenas Universitātes (*spin-off*)
- Fokuss uz nanotehnoloģiju un digitālo tehnoloģiju inovācijas nodrošināšanu
- unikāla infrastruktūra, kas ietver 2,5 miljardus eiro vērtu 300 mm pusvadītāju pilotlīniju
- vairāk nekā 5500 ekspertu zinātnieku no vairāk nekā 96 valstīm
- vairāk nekā 600 pasaules vadošo nozares partneru ekosistēma un globāls akadēmiskais tīkls
- 2008. gadā IMEC izveidoja savu pirmo aizjūras attīstības centru Hsinču, Taivānas Silīcija ielejā. IMEC paplašinājās ASV, atklājot dizaina centru, kas specializējas fotonikā un augstas veiktspējas skaitļošanā sadarbībā ar Osceola apgabalu NeoCity, Floridā.
- 2019. gadā IMEC USA izveidoja vēl vienu pētniecības un attīstības biroju netālu no Kalifornijas Universitātes Bērklījā Sanfrancisko līča apgabalā.
- IMEC ir arī citi biroji visā pasaulē, tostarp Indijā, Tokijā, Sanfrancisko un Šanhajā. Šie biroji lielākoties veic saskarnes funkcijas ar vietējiem tirgiem. Lielākā daļa pētniecības un izstrādes notiek Eiropā, bet ASV un Taivānā daudz mazākā mērā.
- IMEC ir veic nozīmīgu ieguldījumu ES mikroshēmu akta ietvaros, piemēram, 1,5 BEur investīcijas jaunā Tirtelpā. ASML jau ir apņēmis Lēvenā instalēt pilnu savu vismodernāko rīku komplektu.

IMEC un KU Lēvena

ITEC ir IMEC un KU Leuvenas universitātes starpdisciplināra pētniecības grupa, kas galvenokārt koncentrējas uz izglītības tehnoloģijām un konkrētāk uz digitālo tehnoloģiju izstrādi, izstrādi un novērtēšanu personalizētai un sadarbīgai apmācībai. KU Lēvena un IMEC ir vienojušies finansēt līdz 50 doktorantūras stipendiju vietām zinātnē un tehnoloģijā izciliem Ķīnas pretendentiem (2023).

ASML



- dibināta 1984
- Galvenā mītne: Veldhovena , Nīderlande
- Ieņēmumi : 21,2 BEur (2022)
- 2011. gadā ASML bija 67 procenti no litogrāfijas iekārtu pasaules pārdošanas apjoma
- ASML specializējas tādu fotolitogrāfijas iekārtu izstrādē un ražošanā, kuras izmanto datoru mikroshēmu ražošanai.
- Vēsturiski ASML ir ļoti cieši sadarbojies ar IMEC, lai pētītu, izstrādātu un komercializētu savus rīkus.
- 2023. gadā parakstīts MoU par pusvadītāju pētniecības un ilgtspējīgas inovācijas atbalstu Eiropā

Ambīcijas / mērķis :

Eiropas un globāla līderība pusvadītāju nozarē.

Rezultāti :

- KU Lēvena jau ceturto gadu tiek atzīta par inovatīvāko universitāti Eiropā (Reuters 2023); 2022. gadā 150 MEur ienākumiem no patentiem.
- IMEC ir kļuvis par vienu no pasaulē nozīmīgākajiem neatkarīgajiem elektronikas pētniecības un attīstības centriem. Pilotražošanas līnijās atrodas aptuveni 4 miljardu eiro kompleksās pusvadītāju ražošanas iekārtas.
- ASML, vienīgais uzņēmums pasaulē, kam pieder tehnoloģija mikroshēmu ražošanai no silīcija pamatnēm

3. Detalizētas stratēģijas un rīcības plāna izstrāde

3.1. Latvijas un globālās pusvadītāju vērtību ķēdes salīdzināšana

Darba uzdevuma izpildes laikā tika pētīti un analizēti Latvijas pusvadītāju nozares vides trūkumi, iespējas un priekšlikumi nozares attīstībai, papildus pievērtēšot uzmanību jomām, kā vērtību ķēdes, izglītība, pētniecības un inovāciju joma, un pieejamie atbalsta instrumenti. Tika izpētīta informāciju darba uzdevuma 2.1. un 2.2. sadaļās, salīdzinot Latvijā esošo pusvadītāju vērtību ķēdi ar globālo vērtību ķēdi, ietverot arī jomas attīstībai nepieciešamos izglītības un pētniecības posmus, kā arī prototipu izstrādi. Lai salīdzinātu Latvijā esošo pusvadītāju vērtību ķēdi ar globālo vērtību ķēdi tika izmantots M. Portera "Pieci konkurences spēki" modelis un struktūra, kas ietver piecus būtiskus konkurētspējas spēkus. Darba uzdevumā tika izmantotas salīdzinošās analīzes metodes, "benchmark" principi. Tika veikta vērtību ķēžu salīdzināšana, identificējot Latvijas stiprās un vājās puses, iespējas un draudus (SVID analīze) apskatot pusvadītāju vērtības ķēdes attīstības posmus un novērtējot Latvijas potenciālu. Analīzē tika izmantoti pusvadītāju ķēdes posmi pēc McKinsey klasifikācijas, nosakot kopā deviņus pusvadītāju vērtības ķēdes posmus (skat. 1.1. tabulu).

Globālās pusvadītāju vērtību ķēdes novērtējums (skatīt 2.1 pētījumu)

Atsaucoties uz 2.1.pētījumu kopumā globālajai pusvadītāju vērtību ķēdei raksturīgas sarežģītas tehnoloģiskas problēmas, prasot nepārtrauktu tehnoloģisko inovāciju, stratēģisku redzējumu un niansētu izpratni gan par nozarei specifiskajiem, gan globālajiem tehniskajiem apstākļiem. Globālais izaicinājums ir saistīts ar iekārtu sarežģītību un nepietiekošo speciālistu skaitu, kas vajadzīgi iekārtu izstrādei. Vajadzīgi izglītoti speciālisti ar daudz nozaru zināšanām: mehānikas, materiālu, optikas, elektronikas/programmēšanas inženieri, un t.t. Ar nepārtrauktām pusvadītāju tehnoloģijas attīstības tendencēm pāreja uz jaunākajiem ražošanas procesiem prasa nozīmīgus kapitāla ieguldījumus, rada tehniskus izaicinājumus, lai saglabātu konkurētspēju un operatīvu efektivitāti.

Latvijas pusvadītāju vērtību ķēdes novērtējums (skatīt 1.5. Kopsavilkums un apkopojums: Latvijas pusvadītāju nozares novērtējums)

Kopumā, Latvijas stiprās puses pusvadītāju vērtību ķēdē esot galvenokārt sarežģītu galaproduktu ražošana, piemēram, tīkla maršrutētāji. Šādiem produktiem ir nepieciešamas augstākās klases intelektuālās spējas, kas ir pamatā tam, ka Latvija var izaudzēt inženiertehniskos talantus augsto tehnoloģiju mikroelektronisko sistēmu izstrādājumiem. Papildus, Latvijas izglītības iestāžu stiprās puses pusvadītāju vērtību ķēdē ir fundamentālā materiālzinātne, uzlabotas optoelektroniskās testēšanas iespējas. Piemēram, RTU pētnieki nesen sasniegta pasaules ātruma rekordu optiskajā datu pārraidē, izmantojot silīcija fotonikas modulatoru mikročipus.

3.1.1. M. Portera "Piecu konkurences spēku" metodes pielietojums

1. Konkurentu ienākšana: tika novērtētas jaunienācēju spējas uzsākt darbību, kā arī strukturālās barjeras, kas viņiem ir jāpārvar. Globālās pusvadītāju vērtību ķēdes regulatīvi izaicinājumi ievieš tehniskus ierobežojumus, it īpaši eksporta kontroles un starptautiskās tirdzniecības regulāciju kontekstā. Tirgus ir piesātināts ar globāliem spēlētājiem, kas nosaka tirgus, piegādātāju, pircēju varu, kas nerodina jaunienācēju rašanos, tieši likumdošanas, pārākas konkurences un konkurentu varas rezultātā. Nelabvēlīgus priekšnoteikumus jaunienācējiem rada globālās tirdzniecības dinamikas prasības, eksporta klasifikāciju un stingru standartu tehnisko izpratni. Covid-19 uzliesmojums un ģeopolitiskā

spriedze ir parādījusi, cik viegli ir izjaukt pusvadītāju piegādes ķēdi. Testēšanas un iepakojšanas (čipu montēšana) jomā kļūst redzama tehniskā sarežģītība. Stingri pārbaudes protokoli, ietverot gan individuālos komponentus, gan galaproduktus, pieprasa augstas klases pārbaudes metodoloģijas un kvalitātes kontroles sistēmas. Tomēr jaunie spēlētāji kļūst arvien populārāki tirgū, un Xiaomi ir lielisks piemērs. Pazīstams galvenokārt ar saviem viedtālruniem, Xiaomi ir guvis ievērojamu progresu šajā nozarē. Turklāt tehnoloģiju giganti, piemēram, Google un Meta, virzās uz priekšu virtuālajā un paplašinātajā realitātē, kas kļūst par arvien nozīmīgākiem kopējā tirgus komponentiem. Tādējādi konkurence plaša patēriņa elektronikas tirgū saasinās, un jau esošie un topošie spēlētāji sacenšas par tirgus daļu un patērētāju uzmanību. Latvijas pusvadītāju nozares pārstāvjiem (industrijas pārstāvjiem un augstākās izglītības un pētniecības iestādēm) ir potenciāls veiksmīgi iekļauties globālajā pusvadītāju piegādes ķēdē. Latvijā darbojas virkne uzņēmumu, kas strādā pusvadītāju materiālu, ražošanas iekārtu, testēšanas un iepakojšanas jomā. Šīs piegādes ķēdes daļas prasa mērenus finanšu ieguldījumus, atšķirībā no pusvadītāju mikroshēmu lielapjoma ražošanas. Ņemot vērā pašreizējo ģeopolitisko situāciju, ir vērojama tendence pusvadītāju ražošanu pārcelt uz Eiropu, kas dod iespēju Latvijas uzņēmumiem palielināt tirgus daļu.

2. Aizvietotāju draudi: Tika novērtēts jaunu produktu ar pārākām raksturiezīmēm spēja aizvietot esošo(-s) produktu(-s) vai pakalpojumu(-s). Pusvadītāju tirgu lielā mērā ietekmē vairāki gala tirgi, piemēram, automobiļu, plaša patēriņa elektronikas, telekomunikāciju un rūpniecisko iekārtu tirgi. Vēsturiski pusvadītāju tirgū ir bijis augsta un zema ieņēmumu pieauguma cikls, galvenokārt pieprasījuma svārstību dēļ.

Pēdējo divdesmit gadu laikā pusvadītāju tirgus daļa ir ievērojami novirzījusies no Amerikas un Eiropas valstīm uz Āzijas valstīm, jo šajās valstīs ir palielinājusies elektronisko iekārtu ražošana. Pašlaik Ķīna joprojām ir lielākā pusvadītāju patērētāja citu valstu vidū. Integrēto shēmu tirgus veido vairāk nekā 80% no pusvadītāju tirgus ieņēmumiem, un loģiskās integrālās shēmas veido lielāko daļu ieņēmumu šajā tirgū. Pāreja, ko atbalsta Eiropas mikroshēmu akts, atver iespējas vietējiem pusvadītāju uzņēmumiem augt un kompensēt Ķīnas komponentus. Lai gan šī nepārprotami ir iespēja, tai ir jāļauj ES uzņēmumiem laiks tehnoloģiju apguvei un ražošanas palielināšanai, atbalstot ar īpašu fondu palīdzību. Problēma ir saistīta ar augstākām Ķīnas aizstājēju izmaksām un grūto ekonomisko situāciju kopumā. Piemēram, augsto tehnoloģiju jaunizveidotie uzņēmumi šogad varētu nodrošināt tikai 18,5 miljonus eiro, salīdzinot ar 92 miljoniem 2022. gadā un 245 miljoniem 2021. gadā. Iepriekš tika norādīts, ka Latvijas stiprās puses pusvadītāju vērtību ķēdē galvenokārt sarežģītu galaproduktu ražošana, piemēram, tīkla maršrutētāji. Šādiem produktiem ir nepieciešamas augstākās klases intelektuālās spējas, kas ir pamatā tam, ka Latvija var izaudzēt inženiertehniskos talantus augsto tehnoloģiju mikroelektronisko sistēmu izstrādājumiem.

3. Pircēju kaulēšanās vara: Tika novērtēts pircēju salīdzinošais spēks un skaits. Saskaņā ar izpētīto informāciju, Fortune Business Insights savā ziņojumā "Pusvadītāju tirgus prognoze 2023.–2029. gadam" norāda, ka pusvadītāju tirgus apjoms pieaugs no USD 573,44 miljardiem 2022. gadā līdz USD 1380,79 miljardiem 2029. gadā ar CAGR 12,2% laikposmā no 2022. līdz 2029. gadam. Tirgus izaugsme ir saistīta ar pieaugošo patēriņa elektronikas patēriņu, kur 2022. gadā plaša patēriņa elektronikas tirgus saskarās ar nelielu sarukumu galvenokārt viedtālrunu tirgus piesātinājuma un skaitļošanas ierīču pieprasījuma pieauguma dēļ, salīdzinot ar iepriekšējo gadu. Šis tirgus kritums bija saistīts arī ar ekonomikas lejupslīdi, inflācijas pieaugumu un enerģijas cenu pieaugumu, kas veicināja patērētāju izdevumu samazināšanos mājas izklaides aprīkojuma iegādei. Galvenie patērētāji ir pusvadītāju ražotnes, jeb fabi: *IDM* (integrated device manufacturer) biznesa modeļa kompānijas, tādas kā Intel, Samsung Electronics, Infineon; un viena posma kompānijas, vai ražošanas pakalpojumu kompānijas, kas piedāvā čipu ražošanas pakalpojumus (TSMC, Samsung Semiconductor, Vanguard, un t.t.). Lielākā šī biznesa daļa pieder ASV un Japānas kompānijām. Pie šīs

kategorijas pieder visas iekārtas, nepieciešamas čipu ražošanas procesiem: no optiska mikroskopa, kas maksā 2-3 tūkstoši eiro, līdz ekstrēma ultravioleta (EUV) litogrāfijas iekārtai, kuras cena sasniedz 330 miljoni eiro. Latvija, ņemot vērā potenciālā tirgus apmērus (potenciālo pircēju skaits un patēriņa apjoms), nevar konkurēt globālajā tirgū, kā arī pusvadītāju vērtības ķēde ir slēgta, tirgū esošie spēlētāji ieņem tirgus galvenās daļas globāli.

4. Piegādātāju kaulēšanās vara: Tika novērtēta Latvijas konkurējošo uzņēmumu konkurētspējas spēks. Apskatot pusvadītāju nozari no to ražošanas iekārtu skatupunkta, tiek prognozēts, ka līdz 2030. gadam šī konkrētā pusvadītāju tirgus daļa pieaugs līdz gandrīz 172 mljrd. USD, vidēji pieaugot par 6% gadā sākot ar 2023. gadu. Šī tirgus izaugsmi galvenokārt veicina strauja tehnoloģiskā attīstība kopā ar patērētāju pieaugošo savstarpēji savienoto iekārtu (attālinātā kontrole, iekārtu darbības novērošana u.c.) pieņemšanu, pieaugošo pieprasījumu pēc pusvadītājiem un no tā izrietošo ražošanas iekārtu izplatību, kā arī pieaugošo pusvadītāju izmantošanu elektroauto ražošanā. Raugoties uz iekārtu tipu, pusvadītāju ražošanas iekārtu tirgus ir segmentēts *front-end* un *back-end* iekārtu tipos. 2022. gadā *front-end* iekārtu segments veidoja lielāko pasaules pusvadītāju ražošanas iekārtu tirgus daļu. Savukārt, raugoties uz komponentiem, pusvadītāju ražošanas iekārtu tirgus ir sadalīts atmiņas, loģikas, analogās, mikroprocesoros (MPU), optiskās ierīcēs, diskretās ierīcēs, mikrokontrolleru blokos (MCU), sensoros un digitālajos signālu procesoros (DSP). 2022. gadā atmiņu segments aizņēma lielāko pasaules pusvadītāju ražošanas iekārtu tirgus daļu. Kopumā, vadošie uzņēmumi pusvadītāju tirgū kā tādā – gan ražošanas iekārtu segmentā, gan pusvadītāju ražošanas segmentā – ir bāzēti Japānā, ASV, Nīderlandē un Taivānā.

Sadzīves elektronikas tirgus spēlētājus, kur dominē labi zināmi uzņēmumi, tostarp Apple, Samsung, Huawei un Sony. Šie uzņēmumi ieņem dominējošu stāvokli dažādās produktu kategorijās, piemēram, viedtālruņos, televizoros, sadzīves tehnikā un spēļu konsolēs.

Mikroelektronisko materiālu tirgus joprojām izskatās globāli relatīvi izlīdzināts, salīdzinot ar citiem ķēdes posmiem. Globālais elektronisko materiālu izaicinājums tuvajai nākotnei saistīts ar ASV-Ķīnas tirgus karu (kurā Eiropa arī tiek iesaistīta). 2023. gada Augustā Ķīna ievadīja stingru eksporta kontroli gallija un germānija pārdošanai, ka atbildi uz ASV eksporta kontroli čipu ražošanas iekārtām. Mikroelektroniskajiem materiāliem ir izšķiroša nozīme pusvadītāju rūpniecībā, kas kalpo kā elektronisko ierīču un integrālo shēmu ražošanas elementi. Šie materiāli ir rūpīgi izstrādāti un atlasīti to specifisko īpašību dēļ, lai nodrošinātu precīzu pusvadītāju komponentu darbību. 2023. gadā elektronisko materiālu un reaktīvu tirgus sasniedza gandrīz 70 miljardi USD, ar prognozetu pieaugumu līdz 106 miljardiem 2030 gadā.

Kā tika norādīts 1.4 pētījuma sadaļā, Latvijā ir spēcīga pusvadītāju galaproduktu ražotāju klātbūtne. Kā piemērus minot:

1. MikroTik, tīkla iekārtu ražotājs. Ieņēmumi 379 miljoni eiro (2022), globālie konkurenti ir tādi milži kā Cisco Routers, Huawei un IBM.
2. SAF Tehnika, mikroviļņu pārraides sistēmu ražotājs. Ieņēmumi 34 miljoni EUR (2022).
3. HansaMatrix, lietu interneta aparātūras ražotājs. Ieņēmumi 28,9 miljoni EUR (2022).
4. Kā tika norādīts 1.4 pētījuma kopsavilkumā, Latvijas uzņēmumiem, kas strādā pamata pusvadītāju vērtību ķēdē var ieskaitīt:
5. "Kepp EU", silīcija pamatnes un to ražošanas iekārtu izstrādātājs. Ieņēmumi < 5 miljoni EUR. Pasaules silīcija pamatņu tirgus ir 20 miljardi USD (2022).
6. Sidrabe: Ieņēmumi 8,2 miljoni EUR. Konkurenti: Applied Materials, ASM, Edwards Vacuum. Globālais šādu iekārtu tirgus ir 18,9 miljardi USD (2021).
7. RD Alfa, čipu iepakojšana un testēšana. Ieņēmumi 15,8 miljoni EUR.

Konkurenti: ASE, Amkor, JCET. Globālais testu un montāžas tirgus ir 44,5 miljardi USD (2022). Šeit jāpiebilst, ka sadarbībā ar RTU testēšanas zināšanām un pieredzi čipu testēšanas jomā varētu izveidot stipru izaugsmi tirgū.

5. Cīņa esošo spēlētāju vidū: Tika novērtēta Latvijas konkurējošo uzņēmumu konkurētspējas spēks. Kopumā globālā pusvadītāju vērtības ķēde ir slēgta, ar dominējošiem tirgus spēlētājiem, kas kontrolē lielāko globālo tirgus daļu. Konkurences intensitāti globāli var vērtēt, kā ļoti intensīvu. Ir nepieciešami lieli ieguldījumi ražošanas iekārtās, lai ienāktu tirgū, tirgus ir piesātināts un regulēts regulām, gan tirgus spēlētāju prasībām, kā rezultātā, tirgu nosaka to spēlētāji nevis konkurences apstākļi, inovāciju potenciāls, vai pretimnākoša likumdošana, valsts atbalsts. Kā lielākie šķēršļi jauniem konkurentiem ir lielās investīcijas iekārtās un nepieciešamība, izveidot attiecības, atpazīstamību piegādes ķēdē. Globālie spēlētāji var piedāvāt augstākās kvalitātes produktus, bet liela daļa no viņu uzņēmējdarbības ir saistītas ar masveida produkciju; tas nozīmē, ka ir vajadzīgas ražotnes, un tāpēc spēlētāji šajā tirgū spēj strādāt ar augstām fiksētajām izmaksām. Tajā pašā laikā globālo vērtības ķēžu spēlētāju dēļ cenas ir pakļautas ievērojamam spiedienam.

Fokusgrupas diskusija: Lai nodrošinātu ilgtermiņa balstītus priekšlikumus, darba uzdevuma īstenošanas laikā tika organizēta fokusgrupas diskusija, lai informētu visus ekosistēmas pārstāvjus, ieinteresētās puses par 3.1. "Latvijas un globālās pusvadītāju vērtību ķēdes salīdzināšana" darba uzdevuma rezultātiem, kā arī tika veidota diskusija, lai iegūtu viedokļus, priekšlikumu stratēģijas izstrādei. Uz fokusgrupu tika aicināti gan industrijas, gan akadēmijas, NVO un valdības pārstāvji. Fokusgrupa norisinājās 13.12.2023, tiešsaistē, MS Teams vidē. Pilns fokusgrupas apskats pieejams pielikumos (skat. Pielikums Nr. 9: Fokusa grupas jautājumu un komentāru kopsavilkums). Fokusgrupas laikā tika apskatīta izpētītā informācija par veikto darba uzdevumu, Portera 5 spēku analīzes rezultātu, un tika veidota diskusija, lai noteiktu Fokusgrupas skatījumu uz Latvijas iespējām pusvadītāju vērtības ķēdē, galvenos izaicinājumus, iespējas jaunienācējiem (startup/spinoff) uzsākt darbību pusvadītāju vērtības ķēdē, kā arī tika diskutēti galvenie priekšnosacījumi, lai Latvijā (uzņēmumi, izglītības iestādes, citas organizācijas) spētu attīstoties globāla pusvadītāju vērtības ķēdē.

- Fokusgrupas diskusijas laikā tika norādīts, ka ir jāveic investīcijas ilgtermiņa darbībām, ieskaitot kapacitātes stiprināšana, talantu piesaiste, kas sniegs atguvumu ilgtermiņā, attīstot gan zinātnes potenciālu, gan iespējas jauniem produktiem, servisiem.
- Fokusgrupas diskusijas laikā tika norādīts, ka Latvijā industrijā ir specializēti uzņēmumi, kas veic vērtības ķēdē vajadzīgos pakalpojumus, iekaitot, kas veic nepieciešamos mērījumus, taču šādam darbībām ir nepieciešamas dārgas mērierīces un uzņēmumiem ir jāatbilst standartiem, kurus nosaka pasūtītājs un tirgus specifika.
- Fokusgrupas diskusijas laikā tika norādīts, ka vislabāk ir investēt virzienos, kur šodien vēl nav liela konkurence, kā, piemēram, fotonika, vai mikrofluidika, tur kur šobrīd ir brīva vieta tirgū, un būs pieprasījums pēc produktiem starptautiski.
- Fokusgrupas diskusijas laikā tika norādīts, ka Latvijai ir jāfokusējas fotonikā, kas ir jauna nozare, kur ārzemju partneri, kā piemēram IMEC meklē arī šajā reģionā sadarbības partnerus. RTU jau veic faktisku sadarbību ar IMEC čipu testēšanā. Ja runā par testēšanu, tad ir ļoti liels pieprasījums no ārzemju industrijas pēc čipu testēšanas datu pārraidei datu centros lielo valodas modeļu vajadzībām. RTU zinātnieki strādā pie riņķu rezonatoru modulatoriem, kas ir tehnoloģija kurā Intel un Nvidia ir ieguldījuši ļoti nozīmīgus līdzekļus.
- Fokusgrupas diskusijas laikā tika norādīts, ka Latvijai ir jāinvestē jomās, kur ir mikroshēmas ar lielu pievienoto vērtību, kā arī jaunajiem virzieniem ir jāveido tehnoloģijas ar augstu pievienoto vērtību saistībā ar lielu pieprasījumu tirgū.
- Fokusgrupas diskusijas laikā tika norādīts, ka Latvijas spēlētājiem ir jāskatās, nevis Baltijas, bet pasaules tirgū, arī Eiropas tirgus šobrīd nav pietiekami liels un lai darbotos jomā ir jābūt finansiāli pamatotai uzņēmuma darbībai.

Izvērtējot gan izpētītos, datus, iegūtos rezultātus, iekļaujot fokusgrupas diskusijas rezultātus tika izstrādāti priekšlikumi:

1. Stratēģijā ir jāietver aktivitātes, kas vērstas uz pusvadītāju jomas kapacitātes stiprināšanu ilgtermiņā, attīstot talantu piesaistes, noturēšanas programmas, jaunas mācību programmas un zināšanas tieši pusvadītāju jomā, kā arī liekot uzsvāru uz nozares izpratnes veicināšanu un prasmju apguvi.
2. Kapacitātes stiprināšana un kompetenču celšana ir svarīgas ilgtermiņa stratēģiskās aktivitātes, kas nesīs rezultātu pēc noteikta laika, taču bez nākotnes talantiem, zināšanām un kvalificēta, izcila cilvēkkapitāla resursa attīstība nav iespējama.
3. Stratēģija ir jāveido caur "Nišas" atrašanu, skatoties iespējas produktiem, tehnoloģijām, vai pakalpojumiem ar augstu vienas vienības vērtību un augošu tirgu, kurš nav piesātināts.
4. Stratēģija ir jāveido uz esošo stipro pušu un sadarbību izmantošanu, kā testēšana, fotonika, dizains, kur fotonika ir jauna nozare, kur ir stabili ārzemju partneri, vieglāka tirgus situācija, nav pieprasīti standarti un tirgus vēl nav piesātināts.
5. Ir nepieciešams piesaistīt investīcijas testēšanas un dizaina infrastruktūrā, nodrošinot laboratorijas darbības un to papildināšana ar iepakojšanas iekārtām Latvijā.

3.2. Detalizētas stratēģijas un rīcības plāna izstrāde

Šajā pētījuma nodaļā tika izstrādāta detalizēta stratēģiju un rīcības plāns Latvijas pusvadītāju ražošanas nozarei no pētniecības viedokļa, zināšanu aspekta, tehnoloģiskajām iespējām un no esošās sakaru tehnoloģiju nozares viedokļa. Šajā nodaļā tika apkopots augstskolu un uzņēmumu pārstāvju interviju laikā iegūti ieskati par Baltijas valstu stratēģiju un nākotnes attīstības virzieniem. Uzņēmumu un augstskolu skatījumu par Baltijas pusvadītāju stratēģiju nākamajiem 5-10 gadiem ieguva veicot daļēji strukturētas ekspertu intervijas. Intervijas ar uzņēmuma pārstāvjiem un augstskolām tika veiktas laika posmā no 2023. gada 16. oktobra, līdz 2023. gada 16. decembrim. Intervijas tika veiktas gan tiešsaistē (MS Teams & ZOOM platformās), kā arī klātienē (ierakstot sarunas digitāli), un pēc tam apstrādātas, lai veidotu transkriptus, un pielietojot kvalitatīvās kontentanālizēšanas metodi analizētas, lai iegūtu pārskatu par katras organizācijas un iestādes nākotnes virzieniem, mijiedarbību starp augstskolām/pētniecības iestādēm, kā arī Baltijas pusvadītāju reģionālo stratēģiju. Interviju skriptu var atrast pielikumos (skat. Pielikums Nr. 2: Augstskolu un pētniecības iestāžu interviju skripts, Pielikums Nr. 3: Uzņēmumu interviju skripts).

3.2.1. Augstskolu interviju rezultāti: Baltijas attīstības virzieni

Šajā apakšnodaļā apkopota informācija par augstskolas pārstāvju skatījumu uz nākotnes attīstības virzieniem pusvadītāju nozarē, gan Baltijas reģionā, gan izsverot Latvijas attīstības virzienus.

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija (RTA)

Iestādes nākotnes virzieni: RTA galvenais fokuss ir praktisku lietu, piemēram, sensoru, izgatavošanā. Augstskola plāno sadarboties ar uzņēmumiem Daugavpilī un Rēzeknē optoelektronikas jomā.

Skatījums uz Baltijas reģionālo stratēģiju: RTA uzsver sensoru izgatavošanu kā nišu, kurā Baltijas valstīm būtu jākoncentrējas. Reģionālā sadarbība tiek redzēta sensoru nozarē, ar vēsturiskām partnerībām ar Vācijas un Bulgārijas augstskolām, kā arī ar Tartu enerģētikas institūtu.

Iestādes mijiedarbība ar uzņēmumiem: RTA sadarbojas ar uzņēmumiem, kas izstrādā sensorus Daugavpilī un optoelektroniku Rēzeknē. Tiek prognozēts, ka nākamajos desmit gados reģionā pieaugs interese par sensoriem kā pasaules tendence.

Papildu ieskats: RTA redz cilvēkresursu trūkumu kā galveno izaicinājumu reģionā. Ir grūtības atrast un piesaistīt pietiekami daudz kvalificētu speciālistu.

Elektronikas un datorzinātņu institūts (LU EDI)

Iestādes nākotnes virzieni: EDI plāno kļūt par atpazīstamu centru mikroelektronikas čipu jomā Eiropā. Viņi plāno attīstīt sadarbību ar fotonikas čipu jomu, turpināt attīstīt savas kompetences, izveidot Latvijā čipu kompetences centru, veikt tehnoloģiju pārneši un būt Eiropas Free Open source Silīcija ekosistēmas daļai.

Skatījums uz Baltijas reģionālo stratēģiju: EDI uzsver vajadzību pēc lielākas informācijas apmaiņas un komunikācijas starp Baltijas valstīm, lai panāktu progresu pusvadītāju nozarē. Viņi atzīmē, ka sadarbība starp Baltijas valstīm ir pamatā orientēta uz “fabless” (bezražotņu) dizainu un IP izstrādi.

Iestādes mijiedarbība ar uzņēmumiem: EDI aktīvi sadarbojas ar vairāk nekā 500 partneriem, tostarp lielākajiem čipu uzņēmumiem Eiropā un SME (maziem un vidējiem uzņēmumiem). Viņi plāno sadarboties ar augstākās izglītības iestādēm un industriju tehnoloģiju pārnēsē.

Papildu ieskats: EDI identificē cilvēkresursu trūkumu un projektēšanas rīku pieejamību kā galvenos izaicinājumus pusvadītāju vērtību ķēdes attīstībā Baltijas reģionā. Viņi uzsvēra vajadzību piesaistīt ārzemju speciālistus un izstrādāt efektīvāku stratēģiju no valsts puses.

Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas institūts (LU CFI)

Iestādes Nākotnes Virzieni: LU CFI stratēģiskais plāns ir vērsts uz pētniecību fotonikā, sensoru un materiālu attīstību, raksturošanu, modelēšanu un sintēzi, jaunu funkcionālu materiālu radīšanu, to skaitā pusvadītāju. Institūtam ir kompetences radiācijas ietekmes uz materiāliem pētniecībā, tai skaitā pusvadītājiem. Institūta viena no specializācijām ir organisko pusvadītāju un fotonikas materiālu pētniecība, piedāvājot dziļas tradīcijas materiālu sintēzē un attīstībā. Uzsvērtā pusvadītāju rūpniecības nozīmīgums, arī ražošanas un pētniecības inovācijas, jaunu konceptu ar zemu TRL līmeni testēšana tai skaitā pusvadītāju ierīcēm.

Skatījums uz Baltijas Reģionālo Stratēģiju: LU CFI atzīst Baltijas reģiona nozīmi pusvadītāju tehnoloģiju attīstībā un aicina uz ciešāku sadarbību starp reģiona valstīm. Ieteikts domāt par specializāciju Baltijas mērogā.

Iestādes Mijiedarbība ar Uzņēmumiem: LU CFI sadarbojas ar dažādiem uzņēmumiem, tostarp ar rūpniecības partneriem pusvadītāju tehnoloģiju izstrādē un izmantošanā. Institūts veicina sadarbību ar uzņēmumiem, lai nodrošinātu tehnoloģiju pielietojumu praksē un veicinātu zināšanu pārneši no teorijas uz praksi.

Papildu ieskats: Institūts saskata vajadzību pēc koordinētas stratēģijas un investīcijām nozares attīstībai, kā arī specializētu pētniecības centru, testēšanas centru un pilotlīniju attīstības un stiprināšanas. LU CFI izceļ speciālistu un kvalificētas darbaspēka trūkumu kā būtisku izaicinājumu nozares attīstībā, kuru nepieciešams risināt gan piesaistot ārvalstu studentus, gan popularizējot STEM Latvijas skolās, gan nodrošinot pietiekamu skaitu labu STEM skolotāju.

Rīgas Tehniskās universitātes Elektronikas un telekomunikāciju fakultāte (RTU ETF)

Iestādes nākotnes virzieni: RTU ETF koncentrējas uz optisko raiduztvērēju attīstīšanu, kas balstās uz pusvadītāju tehnoloģijām. Viņu stratēģiskais mērķis nākamajiem pieciem gadiem ir veidot vadošo pusvadītāju čipu testēšanas laboratoriju Eiropā, attīstīt pilna cikla optiskos radiouztvērējus un radīt jaunus studiju kursus, kas studentiem sniegtu zināšanas par pusvadītāju čipu dizainu un izstrādi.

Skatījums uz Baltijas reģionālo stratēģiju: RTU ETF uzsver sadarbību Baltijas valstu starpā pusvadītāju nozarē, akcentējot nepieciešamību pēc skaidras nozares specializācijas un nišu definēšanas katrā valstī. Tas palīdzētu Baltijas valstīm panākt sinerģiju un uzlabotu starptautisko atpazīstamību, veicinot nozares kopējo attīstību reģionā.

Iestādes mijiedarbība ar uzņēmumiem: RTU ETF aktīvi sadarbojas ar vairākiem uzņēmumiem, tostarp SIA Mikrotīkls, SAF Tehnika un Latvijas Mobilais telefons, sniedzot ekspertīzi pusvadītāju čipu testēšanā un integrācijā. Šī sadarbība veicina gan tehnoloģisko attīstību, gan industriālo un akadēmisko partnerību stiprināšanu.

Papildu ieskats: RTU ETF identificē trūkumu investīcijās un garantijās no valdības puses, likumdošanas jautājumos un nepieciešamību attīstīt starptautisko sadarbību un piesaistīt investīcijas kā galvenos izaicinājumus pusvadītāju vērtību ķēdes attīstībā Baltijas reģionā. Fakultāte arī uzsver vajadzību veidot spēcīgu Baltijas valstu tēlu kā uzticamu un profesionālu partneri pusvadītāju nozarē.

Rīgas Tehniskās universitātes Biomedicīnas inženierzinātņu un nanotehnoloģiju institūts

Iestādes nākotnes virzieni: RTU koncentrējas uz materiālu virsmas analīzes metodēm, sevišķi cietvielu virsmu pētījumiem, un plāno attīstīt jaunas tehnoloģijas un metodes šajā jomā. RTU ir iesaistījies vairākos Eiropas projektos, kuru mērķis ir jaunu kondensatoru izstrāde un mikrostruktūru vakuuma tehnoloģiju attīstība.

Skatījums uz Baltijas reģionālo stratēģiju: RTU uzsver nepieciešamību pielāgoties tirgus prasībām un uzskata, ka Baltijas valstīm būtu jākoncentrējas uz individuāli pielāgotu produktu ražošanu, kā arī uz modulāru un mobilo ražošanas iekārtu izstrādi.

Iestādes mijiedarbība ar uzņēmumiem: RTU sadarbojas ar dažādiem uzņēmumiem, piemēram, “Alfa” un citiem uzņēmumiem, kuri vērsas pie universitātes ar lūgumiem izmērīt materiālus vai veikt citas specifiskas analīzes. Sadarbība ar šiem uzņēmumiem nodrošina praktisku ieguldījumu tehnoloģiju attīstībā un pētniecībā.

Papildu ieskats: RTU identificē trūkumu speciālistu sagatavošanā un uzskata, ka būtu nepieciešams veicināt sadarbību un kvalifikācijas celšanu gan mācībspēkiem, gan studentiem. RTU izceļ arī nepieciešamību pēc valsts līmeņa investīcijām un politiskas atbalsta, lai sekmētu pusvadītāju tehnoloģiju attīstību Baltijas reģionā.

Rīgas Tehniskās universitātes Lietišķās ķīmijas institūts

Iestādes nākotnes virzieni: RTU koncentrējas uz pusvadītāju jomas attīstību, īpašu uzmanību pievēršot kvantu fotonu un organiskajiem pusvadītājiem, kas tiek izmantoti gaismu izstarojošās diodēs un saules baterijās. Universitāte plāno stiprināt savu kapacitāti šajā jomā, attīstot sadarbību ar partneriem un veicot ieguldījumus attiecīgajās tehnoloģijās.

Skatījums uz Baltijas reģionālo stratēģiju: RTU uzskata, ka Baltijas valstīm būtu jākoncentrējas uz nišu produktu un inovatīvu risinājumu izstrādi pusvadītāju jomā. Tas ietver gan jaunuzņēmumu attīstību, gan intelektuālā īpašuma tiesību pārdošanu lielākiem uzņēmumiem.

Iestādes mijiedarbība ar uzņēmumiem: RTU sadarbojas ar dažādiem uzņēmumiem, bet pašreizējā situācijā šī sadarbība ir vairāk akadēmiska un pētnieciska. Universitāte plāno turpināt šo sadarbību, veicinot zinātnisko darbu un izglītības programmu attīstību.

Papildu ieskats: RTU saskata nepieciešamību pēc strukturālas pieejas pusvadītāju nozares attīstībai Baltijas reģionā, sākot no universitāšu līmeņa un iesaistot studentus šajā jomā. Universitāte uzsver arī nepieciešamību pēc kvalificēta darbaspēka sagatavošanas un pieaugošā pieprasījuma pēc šīm zināšanām.

Rīgas Tehniskās universitātes Mikroviļņu inženierijas un elektronikas institūts

Iestādes nākotnes virzieni: Koncentrējas uz pusvadītāju dizaina un integrālo shēmu izstrādi. Plāno attīstīt un pilnveidot izglītības kursus šajā jomā, piesaistot studentus un doktorantus pētniecībai un čipu izstrādei. Katedra uzsver vajadzību pēc atbilstoša finansējuma, lai paplašinātu savas pētnieciskās iespējas un pilnveidotu esošās tehnoloģijas.

Skatījums uz Baltijas reģionālo stratēģiju: Katedra atzīst, ka sadarbība Baltijas valstu starpā ir būtiska, lai attīstītu pusvadītāju nozari. Sadarbības virzieni varētu ietvert kopīgu projektu iesniegšanu, piekļuves nodrošināšanu nepieciešamajiem resursiem un ekspertīzi, kā arī iespējamo partnerību ar citām valstīm, piemēram, Taivānu.

Iestādes mijiedarbība ar uzņēmumiem: Katedra sadarbojas ar dažādiem uzņēmumiem, tostarp ar tādiem, kas nodarbojas ar čipu dizaina izstrādi un elektroniku. Šī sadarbība palīdz uzlabot izglītības procesu, sniedzot studentiem praktisku pieredzi un iespēju strādāt pie reāliem projektiem.

Papildu ieskats: Lielākais izaicinājums, ar ko saskaras katedra, ir finansējuma trūkums. Tas ierobežo iespējas izstrādāt jaunus projektus un pilnveidot izglītības programmas. Tāpat pastāv nepieciešamība pēc plašākas valsts atbalsta un politiskas ieinteresētības pusvadītāju nozares attīstībā Baltijas reģionā.

Apkopojot interviju rezultātus, var izdarīt šādus galvenos secinājumus:

- Uzsvārs uz izglītības programmu attīstību, kas atbilstu industriālajām vajadzībām, sekmējot prasmju attīstību un pētniecisko darbu.
- Stratēģiska nozares specializācija un nišu definēšana ir svarīga sinerģijas un starptautiskās atpazīstamības veicināšanai.
- Būtiska ir starptautiskā sadarbība un investīciju piesaiste, lai sekmētu pusvadītāju vērtību ķēdes attīstību.

3.2.2. Uzņēmumu interviju rezultāti: Baltijas attīstības virzieni

Intervijas ar uzņēmuma pārstāvjiem un augstskolām tika veiktas laika posmā no 2023. gada 16. oktobra, līdz 2023. gada 16. decembrim. Intervijas tika veiktas gan tiešsaistē (MS Teams & ZOOM platformās), kā arī klātienē (ierakstot sarunas digitāli), un pēc tam apstrādātas, lai veidotu transkriptus, un pielietojot kvalitatīvās kontentanalīzes metodi analizētas, lai definētu atbildes.

SIA “WISEBERG TECHNOLOGY” (Latvija)

Baltijas reģionālās stratēģijas perspektīva:

- Wiseberg uzskata, ka ir svarīgi attīstīt pusvadītāju vērtību ķēdes komponentu ražošanu Eiropā, lai nebūtu atkarība no trešajām valstīm, it īpaši Ķīnas. Uzņēmums pauž viedokli, ka Baltijas valstīm vajadzētu attīstīt ražošanu plašā spektrā, nesadalot fokusēšanos tikai uz specifiskām nišām, lai mazinātu riskus un politisko atkarību.

Baltijas valstu sadarbības stratēģijas:

- Investīcijas ir galvenais faktors ražošanas attīstībā, un tiek uzsvērts, ka jāapzinās komponentu tirgus Eiropā. Wiseberg aicina uz sadarbību, pārņemot komponentes no vietējiem ražotājiem, lai veicinātu jaunu ražotņu atvēršanu un mazinātu atkarību no importa.

Esoša reģionāla sadarbība vai partnerība:

- Pašlaik uzņēmumam ir sadarbība galvenokārt ar Latvijas klientiem, kuri eksportē uz citām Eiropas valstīm un pasauli, un ir plāni paplašināt sadarbības ar Igaunijas tirgu.

Mijiedarbība ar pētniecības un izglītības iestādēm:

- Wiseberg pašlaik sadarbojas ar Čehijas universitāti, nodrošinot prakses vietas studentiem. Uzņēmums ir atvērts sadarbībai ar izglītības iestādēm un uztur kontaktus ar darbiniekiem, kuri ir sākuši strādāt pēc prakses vai izglītības iestāžu absolvēšanas. Uzņēmums uzskata, ka šāda veida sadarbība ir būtiska, lai studenti gūtu reālo darba pieredzi un izpratni par industrijas prasībām.

Papildu ieskati:

- Wiseberg saskata iespējamus izaicinājumus pusvadītāju ražošanā, tostarp nepietiekamu pieredzi Eiropā un materiālu pieejamību. Ir arī izteikta vajadzība pēc stratēģijas un investīciju piesaistes, lai veicinātu nozares attīstību. Uzņēmums uzskata, ka ir jāsāk ar kritiski svarīgām komponentēm un pakāpeniski jāpaplašina ražošanas joma, lai panāktu ne tikai atkarību no importa, bet arī veicinātu eksportu.

Testonica Lab OÜ (Igaunija)

Baltijas reģionālās stratēģijas perspektīva no Testonica viedokļa:

- Uzņēmums uzskata, ka Baltijas valstīm jāattīstās tādas pusvadītāju vērtību ķēdes nišas, kas ļauj sākt ar vienkāršākiem produktiem un pāriet uz sarežģītākiem. Piemēram, sākt ar funkciju blokiem, kas vēlāk tiks integrēti gatavos čipos.
- Viņi redz, ka Baltijas valstu konkurences priekšrocības varētu būt saistītas ar uzņēmumiem, kas ražo pusvadītājus pēc Padomju Savienības sabrukuma, vai tādiem, kas dibināti kā business vai universitātes projekti.
- Īpaši perspektīva niša ir saistīta ar mākslīgo intelektu un kiberdrošību, kurā Baltijas valstis varētu izmantot savu esošo spēcīgo sektoru, piemēram, NATO kiberdrošības biroju Tallinā un akadēmiskās pētījumu grupas, kas strādā pie kiberdrošības aparatūras, ieskaitot čipus.

Testonica sadarbības stratēģijas pusvadītāju sektorā:

- Uzņēmums paredz, ka svarīgi ir veidot tīklošanās pasākumus, lai veicinātu sadarbību starp interesentiem, un ka mazām grupām ar dažādām kompetencēm varētu būt liela nozīme jaunā sektora attīstībā.
- Viņi uzsver, ka svarīgi ir sadarboties ar lielākiem uzņēmumiem ES ietvaru programmu ietvaros, lai gūtu pētniecības un attīstības sadarbību, kas varētu būt sākumpunkts komerciālām sadarbībām.

Esošā reģionāla sadarbība vai partnerība:

- Testonica ir piedalījies sadarbībās, kas nav tieši saistītas ar čipu attīstību, bet ir veicinājusi citu uzņēmumu darbību. Viņi ir darbojušies kā daļa no plašākiem projektiem, piemēram, Horizon projektos, sadarbībā ar ārvalstu partneriem.

Sadarbība ar pētniecības un izglītības iestādēm:

- Testonica ilgstoši sadarbojas ar Tallinas Tehniskās universitātes (TalTech) pētniekiem, jo uzņēmums tika dibināts kā izveidspēks no šīs universitātes. Uzņēmums ir izvietots Tehnopola teritorijā, kas atrodas TalTech kampusā. Šī tuvība ir veicinājusi sadarbību, kurā PhD studenti varētu praktiski piemērot savus pētījumus un aizstāvēt savas promocijas darbus. Uzņēmumam ir arī plašs akadēmiskais tīkls Eiropā, kas ietver sadarbību ar dažādām universitātēm Vācijā, Itālijā, Nīderlandē, Beļģijā un Zviedrijā.

Papildu ieskati un izaicinājumi:

- Galvenais izaicinājums ir, ka uzņēmējdarbības vide Baltijas valstīs vēl nav gatava pusvadītāju nozares attīstībai. Investori nav gatavi ieguldīt pusvadītāju nozarē, jo trūkst gan ekspertīzes, gan nepieciešamo saikņu, kas palīdzētu start-up uzņēmumiem izdzīvot pašiem saviem spēkiem.

- Viens no risinājumiem ir universitāšu aktivitāšu pārveidošana darbojošos uzņēmumos, izmantojot pētniecības grantus un projektus, kas finansēti no ES fondiem.

AS "KEPP EU" (Latvija)

Baltijas reģionālās stratēģijas perspektīva no KEPP EU viedokļa:

- Uzņēmums ir veiksmīgi iesaistījies silīcija ražošanas tehnoloģijās. Nodarbojas ar silīcija monokristālu audzēšanu pusvadītāju industrijas vajadzībām, izmantojot unikālu, pašu izstrādātu audzēšanas tehnoloģiju.

Baltijas valstu sadarbības stratēģijas:

- Ņemot vērā Baltijas valstu ekonomiku mazo izmēru, ļoti svarīgi ir kopīgi koordinēt investīcijas projektos, lai vērtību ķēdē neveidotos dublēšanās, īpaši, ja runa ir par lielām investīcijām.

Esoša reģionāla sadarbība vai partnerība:

- Notiek sadarbība ar LU CFI, SMI (Skaitliskās modelēšanas institūts). Sadarbība ar EDI (Elektronikas un datorikas institūts) notika 2015.-2016. gadā, bet turpmāk nav attīstījusies. Pēdējā laikā cenšamies nodibināt kontaktus ar RTU (Rīgas tehnisko universitāti). Mēs nesadarbojamies ar augstskolām Baltijas valstīs ārpus Latvijas. Eiropā sadarbojamies ar uzņēmumu "Fraunhofer CSP" un Minhenes Tehnisko universitāti.

Mijiedarbība ar pētniecības un izglītības iestādēm:

- Sadarbībā ar SMI (Skaitliskās modelēšanas institūts) strādājam ar monokristālu augšanas laikā notiekošo procesu modelēšanu, notiek efektīva sadarbība ar LU CFI, īpaši attiecībā uz rezultātu apstrādi, attīstības virzienu pārrunām un jaunu metodiku izstrādi. Ar EDI (Elektronikas un datorzinātņu institūts) tika veikts darbu kopums, lai apstrādātu procesa video attēlus ar vadības signālu ģenerēšanu kristāla augšanas ātruma regulēšanai.

Papildu ieskati un izaicinājumi:

- Ir divas galvenās problēmas – cilvēku piesaiste un investīciju piesaiste. Augsto tehnoloģiju uzņēmumu vērtības struktūrā nekustamā īpašuma izmaksas ir aptuveni 10%. Tas noteikti nav pietiekama garantija jaunu nozaru radīšanai. Nepieciešams banku "projektu" finansējums, ko droši vien sedz valsts vai līdzīgas garantijas, bet sākotnēji kaut kas budžeta subsīdiju vai aizdevumu veidā, ar finansējumu balstoties uz Eiropas ekspertu atzinumiem. Riska finansējums var būt pieņemams, lai organizētu ierīču montāžu, taču mūsu gadījumā, ja bizness ir dziļš B2B, tas ir nelietderīgi.

AS "HansaMatrix" (Latvija)

Baltijas reģionālās stratēģijas perspektīva no AS HansaMatrix viedokļa:

- Uzņēmums uzsver nepieciešamību izvēlēties prioritātes un mēģināt saražot Eiropas valsts līmenī vajadzīgās komponentes pašiem, lai nodrošinātu neatkarību un drošību. Lai gan HansaMatrix netiekas tieši ar kritiskām nozarēm, tās aizsardzības nozares fokuss ir būtisks, jo īpaši ņemot vērā pieredzi pandēmijas laikā, kad MikroTik pasūtījumi nodrošināja nepieciešamās iekārtas attālinātam darbam.

Baltijas valstu sadarbības stratēģijas:

- Uzņēmuma ieskatā Eiropā vajadzētu mērķēt iniciatīvas uz konkrētām vajadzībām, piemēram, veselības un aizsardzības sektoru. Baltijas uzņēmumiem ir svarīgi piekļauties vadošām iniciatīvām, jo reģionā trūkst resursu, lai uzņemtos vadošu lomu. Nepieciešama ir arī kvalificēta darbaspēka attīstība, jo pašlaik ir trūkums darbiniekiem ar adekvātām matemātikas zināšanām.

Esoša reģionāla sadarbība vai partnerība:

- HansaMatrix iesaistās sadarbībā, kuru atbalsta vācu eksperts Dieter Weiss, un ir daļa no asociācijas, kas lobē EMS nozares aktuālās tēmas Briselē. Tā kā ražošanas kompetence Eiropā ir gandrīz izzudusi, HansaMatrix pērk plates no Āzijas ražotājiem un tikai specifiskiem gadījumiem - no Itālijas vai Lielbritānijas.

Mijiedarbība ar pētniecības un izglītības iestādēm:

- HansaMatrix uzsver sadarbību ar izglītības iestādēm, piemēram, RTU, un nepieciešamību veidot izglītības programmas, kas motivē jauniešus mācīties eksaktās zinātnes. Uzņēmums ir cīnījies, lai sākot no 2025. gada tiktu ieviests eksāmens eksaktajās zinātnēs, lai nodrošinātu vispārīgas zināšanas. HansaMatrix arī veido iekšējās apmācības klases sadarbībā ar Ogres Valsts tehnikumu.

Papildu ieskati un izaicinājumi:

- Kvalificēta darbaspēka trūkums ir nozīmīgs izaicinājums, ar kuru sastopas uzņēmums, lai sasniegtu vēlamo pozīciju pusvadītāju vērtību ķēdē Baltijas reģionam. Uzņēmums uzskata, ka svarīgi ir veidot pamatus, sākot ar “mājas darbiem”, kas palīdzētu nozarei augt un attīstīties.

AS "RD Alfa Mikroelektronikas Departaments" (Latvija)**Baltijas reģionālās stratēģijas perspektīva no RD Alfa viedokļa:**

- Uzņēmums RD Alfa strādā pusvadītāju dizaina, iesaiņošanas un testēšanas (Backend) jomā, kas ir McKinsey vērtību ķēdes daļa. Ir plāni attīstīt šos virzienus tālāk, bet kara sākums ir izbeidzis sadarbību ar galveno silīcija pamatņu ražotāju, tāpēc tiek meklētas alternatīvas. RD Alfa ir apzinājies, ka Eiropā ir maz silīcija pamatņu ražotāju, kas nespēj nodrošināt mazo apjomu pieprasījumu, un pastāv bažas par intelektuālā īpašuma aizsardzību sadarbībā ar Ķīnas uzņēmumiem, īpaši militārajiem projektiem.

Baltijas valstu sadarbības stratēģijas:

- Uzņēmums ierosina veidot mikroelektronikas klasteri, kurās dažādu ierīču apsaimniekošanu varētu veikt kopīgi, jo katram atsevišķi ir grūti uzturēt dublētās iekārtas un nodrošināt nepieciešamo enerģiju. Ir svarīgi sakārtot intelektuālā īpašuma jautājumus un finansēšanas pieejamību.

Esoša reģionāla sadarbība vai partnerība:

- RD Alfa sadarbojas ar klientiem no Baltijas valstīm, galvenokārt no industrijas sektora. Piemēram, sadarbība ar Baltic Scientific Instruments ir neliela, bet nodrošina kvalitatīvus risinājumus. BSI tiek uzskatīts par būtisku partneri, lai gan tai trūkst cilvēkresursu, īpaši sadarbībai ar Eiropas Kosmosa aģentūru (ESA).

Mijiedarbība ar pētniecības un izglītības iestādēm:

- RD Alfa ir sadarbojies ar CFI materiālu zinātnes jomā, veicot šķērsgriezuma analīzes. Uzņēmums ir mēģinājis sadarboties ar Armēnijas zinātniekiem fotodetektoru projektā, bet saskārās ar problēmām, apvienojot teoriju ar praksi. RD Alfa atzīst, ka Latvijā trūkst kvalificētu speciālistu, kas radījis problēmas ar jaunu darbinieku piesaisti un saglabāšanu.

Papildu ieskati un izaicinājumi:

- Lai sasniegtu vēlamo pozīciju pusvadītāju vērtību ķēdē, RD Alfa saskaras ar izaicinājumiem, kas saistīti ar pāreju uz jaunām tehnoloģijām un nepieciešamību pēc lielām investīcijām. Uzņēmums redz klasteru veidošanu kā iespējamo veiksmīgas sadarbības modeli reģionā. Tāpat RD Alfa norāda, ka Chip-Act Eiropā sāk saņemt reālu atbalstu, bet Latvijā šīs iniciatīvas ir novēlotas.

SIA “OG Sense” (Latvija)

Baltijas reģionālās stratēģijas perspektīva no OG Sense viedokļa:

- OG Sense uzskata, ka viena no nišām, uz kurām Baltijas valstīm jāfokusējas, ir polimēru tehnoloģijas, kur Latvijas Universitāte (LU) un Rīgas Tehniskā universitāte (RTU) jau veic pētniecību. Lai gan Latvijā ir pāris uzņēmumi, kas strādā ar litija-neobāta, silīcija un polimēru tehnoloģijām, to ir par maz gan ražošanai, gan pētniecībai. OG Sense redz iespējas sadarbībai Latvijā un atzīmē Lietuvas fotonikas centru kā starptautiski atzītu vietu, ar kuru vēlētos vairāk sadarboties.

Baltijas valstu sadarbības stratēģijas:

- OG Sense izceļ nepieciešamību pēc lielākas sadarbības un informācijas apmaiņas starp nozares dalībniekiem Baltijas līmenī. Joprojām ir neskaidrība par to, kas notiek Igaunijā un Lietuvā, it īpaši attiecībā uz speciālistiem un uzņēmumiem.

Esoša reģionāla sadarbība vai partnerība:

- Uzņēmums potenciāli apsver sadarbību ar Tallinas Tehnisko Universitāti (TalTech) un izsaka sajūtu, ka litogrāfijā Lietuvai un Igaunijai varētu būt vairāk kompetenču.

Mijiedarbība ar pētniecības un izglītības iestādēm:

- OG Sense sadarbojas ar LU CFI, no kura arī ir nākuši uzņēmuma līdzdibinātāji un eksperti, un nedaudz arī ar RTU. Uzņēmums norāda, ka ir laba sadarbība ar LU, kas var nodrošināt materiālus, ar OSI, kas var palīdzēt sintezēt, un ar EDI. OG Sense, kā start-up, skatās pēc resursu pieejamības un vajadzībām.

Papildu ieskati un izaicinājumi:

- OG Sense saskata finansējumu kā vienmēr esošu izaicinājumu un atzīst, ka speciālistu trūkums ietekmē spēju uzrakstīt kvalitatīvus projektu pieteikumus. Tāpat trūkst iekārtu, kas nepieciešamas speciālistiem. OG Sense izsaka viedokli, ka būtu nepieciešami viens vai maksimums trīs lieli centri, kas pētītu un attīstītu mikro-nano elektroniku Baltijas reģionā, lai izvairītos no iekārtu dublēšanas un nodrošinātu kopīgu darbību un zināšanu apmaiņu nozarē.

SIA “Fiber Optical Solution” (Latvija)

Baltijas reģionālās stratēģijas perspektīva no Optical Fiber Solutions viedokļa:

- Uzņēmums ir 2011. gadā dibināts un specializējas optisko žiroskopu un sistēmu ražošanā, veicot visas procesa fāzes iekšēji. Viņi ir vieni no nedaudzajiem pasaules uzņēmumiem, kas to dara. Optical Fiber Solutions ir saņēmis Latvijas valdības atbalstu ražotnei, kas ražo specifiskas čipu veidus viņu produktiem.

Baltijas valstu sadarbības stratēģijas:

- Uzņēmums pauž bažas, ka Baltijas valstīm būs grūti konkurēt ar tādām valstīm kā Ķīna vai ASV pusvadītāju jomā, ņemot vērā to, ka tehnoloģijas ir attīstītas daudzus gadus un prasa ievērojamas investīcijas. Viņi norāda, ka varbūt iespējama konkurētspēja tikai ļoti specifiskās nišās, piemēram, militārajos pusvadītājos NATO, bet ir nepieciešama valdību starpā diskusija par šo iespēju.

Esoša reģionāla sadarbība vai partnerība:

- Optical Fiber Solutions ir klienti Baltijas valstīs, kā arī sadarbojas ar uzņēmumiem Latvijā, piemēram, Daugavpilī, un partneriem Igaunijā. Viņu biznesa darbības ir stingri kontrolētas no Latvijas valdības puses.

Mijiedarbība ar pētniecības un izglītības iestādēm:

- Uzņēmumam trūkst specifisku vienošanos ar izglītības iestādēm, un viņi ir runājuši ar Rīgas Tehnisko universitāti, bet nav saņēmuši atbildi. Studenti, šķiet, vēlas virzīties vairāk zinātniskajā virzienā. Daudzi aizbrauc strādāt uz Eiropu. Optical Fiber Solutions norāda, ka inženieru komandu algas Latvijā ir zemas, un tā ir problēma.

Papildu ieskati un izaicinājumi:

- Uzņēmums norāda, ka, lai sasniegtu vēlamo pozīciju pusvadītāju vērtību ķēdē Baltijas reģionam, ir nepieciešamas valdības diskusijas ar citu ES valstu valdībām par iespējamo dalīšanos peļņā. Bez šādas diskusijas investīcijas var nebūt efektīvas. Optical Fiber Solutions arī ierosina valdībai veidot fondu, kas palīdzētu jaunajiem inženieriem.

Teltonika UAB (Lietuva)

Baltijas reģionālās stratēģijas perspektīva no Teltonika viedokļa:

- Teltonika plāno uzsākt pusvadītāju čipu ražošanas nozari Lietuvā. Uzņēmums ir noslēdzis tehnoloģiju sadarbības līgumu ar Taivānas Rūpnieciskās tehnoloģijas pētniecības institūtu (ITRI), kas ļauj Teltonikai iegūt licences pusvadītāju čipu ražošanas tehnoloģijām un iekārtām, kuras izstrādājis ITRI.
- Teltonika pusvadītāju projekts sastāv no četriem apakšprojektiem: dizaina centrs, 8 collu Wafer FAB (pusvadītāju pamatņu ražotne), iepakšanas un testēšanas rūpnīca, kā arī jaudas moduļa montāžas un testēšanas rūpnīca. Pusvadītāju čipu montāžas, testēšanas un ražošanas komplekss būs daļa no Teltonika High-Tech Hill tehnoloģiju parka Viļņā, kur tiek īstenoti desmitiem projektu, lai izveidotu pilnu elektronikas ražošanas vērtību ķēdi.
- Pašlaik tiek pabeigta pusvadītāju čipu projekta pirmā fāze - izpētes darbs. Šajā fāzē tika novērtēti visi nepieciešamie resursi un ceļveži Teltonika pusvadītāju projekta īstenošanai Lietuvā.
- Nākamā fāze paredz licences nepieciešamajām tehnoloģijām no ITRI uz Teltonika, detalizētu plānu izstrādi šiem projektiem un būvatļauju iegūšanu. Tas varētu prasīt aptuveni pāris gadus līdz 2025. gada beigām. Tomēr sīkāka informācija ir iekļauta kā konfidenciāla tehnoloģiju sadarbības līgumā, tāpēc to nevar atklāt.

Galvenie secinājumi, analizējot uzņēmumu intervijas ir:

- Jākoncentrējas uz kādu konkrētu nišu un inovatīvu risinājumu izstrādi, piemēram, sensoru tehnoloģijas un optoelektronika, izvairoties no pārlietu konkurences piesātinātām jomām.
- Būtiska ir sadarbība ar izglītības iestādēm un pētniecību, lai nodrošinātu tehnoloģiju pārnesi un attīstību.
- Nepieciešams efektīvi izmantot pieejamos finanšu resursus un identificēt jaunus finansējuma avotus.

3.2.3. Nākotnes stratēģija un attīstības plāns

Apkopojot interviju rezultātus par Baltijas reģiona nākotnes stratēģiju pusvadītāju nozarē nākamajiem 5-10 gadiem, izceļas vairāki galvenie virzieni gan uzņēmumiem, gan izglītības un pētniecības iestādēm, gan abu grupu kopīgai darbībai:

- Lai panāktu veiksmīgu pusvadītāju nozares attīstību Baltijā, būtiski ir veidot ciešu sadarbību starp uzņēmumiem un izglītības iestādēm, definējot skaidru nišu un specializāciju, un piesaistot nepieciešamos finanšu resursus.
- Inovāciju atbalsts, kvalificēta darbaspēka pieejamība un pastāvīga sadarbība reģionālā un starptautiskā līmenī ir galvenās priekšnosacījumi mērķu sasniegšanai.
- Jāizvairās no pārāk plaša fokusa un jākoncentrējas uz konkrētām tehnoloģijām, kur Baltijas valstīm ir vai varētu būt konkurētspējīgas priekšrocības.

Uzņēmumiem ir svarīgi izvēlēties specializācijas jomas, kas spēj nodrošināt konkurētspēju un inovāciju – sensoru izstrāde, optoelektronika, un mikroelektronika ir dažas

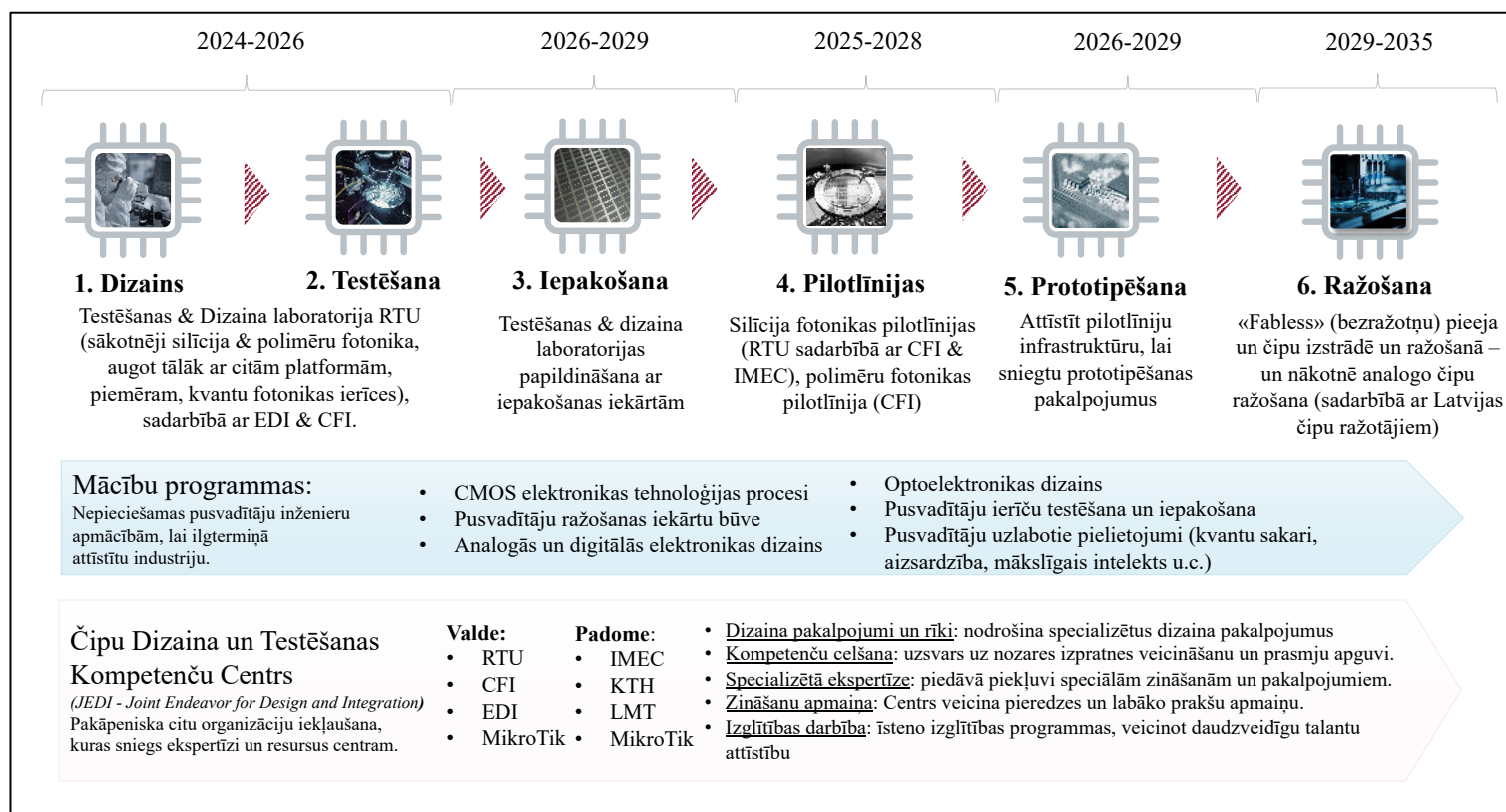
no tām. Tāpat tiek uzsvērtā nepieciešamība veidot sadarbību ar izglītības iestādēm, lai sekmētu tehnoloģiju pārnesei. Ir būtiski saglabāt un piesaistīt kvalificētu darbaspēku, kā arī veidot spēcīgu Baltijas valstu tēlu kā uzticamu un profesionālu partneri pusvadītāju nozarē, vienlaikus attīstot sadarbību ar Eiropas Savienības valstīm un izmantojot ES finansējuma iespējas.

Izglītības un pētniecības iestādēm ieteicams pievērsties speciālistu sagatavošanai, kas atbilst nozares prasībām, veicinot sadarbību un kvalifikācijas celšanu. Tāpat svarīga ir koordinēta stratēģija nozares attīstībai, kas iesaista studentus un mācībspēkus, stiprina sadarbību ar industrijas partneriem un veicina tehnoloģiju pielietojumu praksē. Papildus ieteikumi iestādēm ir specializētu pētniecības centru un pilotlīniju attīstība, investīciju piesaiste un jaunu, funkcionālu materiālu radīšana.

Kopīgajam secinājumam var pievienot, ka Baltijas valstīm ir jāattīstās nišas, kas piedāvā progresīvas un adaptīvas tehnoloģijas – kā piemēram, mākslīgā intelekta un kibernetikas tehnoloģiju attīstība, kas varētu izmantot reģiona spēcīgās puses. Jāuzsver arī integrēta pieeja pusvadītāju vērtību ķēdes attīstībā, kas veicinātu sadarbību gan reģionālā, gan starptautiskā līmenī, lai izmantotu kopīgas resursus un izvairītos no iekārtu un zināšanu dublēšanas. Tāpat jāsekmē kopīgas investīciju stratēģijas izstrāde un jāpievērš uzmanība kvalificēta darbaspēka piesaistei un sagatavošanai, lai nodrošinātu nozares ilgtspējīgu attīstību un inovācijas.

To iespējams turpināt attīstību virzienos, kas saistīti ar testēšanu, dizainu un iepakošanu, nākotnē paplašinot līdz pilotlīnijas un prototipēšanas izveidei un ražošanas atbalstam - tas ir kā priekšnosacījums cilvēku kapitāla izveidei un potenciāls investīciju piesaistei nozares attīstībai. Tas varētu sekmēt tehnoloģiju pārnesei no pētniecības uz praktisko pielietojumu un veicināt reģiona konkurētspēju šajā augsto tehnoloģiju nozarē. Šāds pieaugums un daudzveidība pusvadītāju tehnoloģiju pētniecībā un izglītībā Baltijas reģionā norāda uz nozares attīstības potenciālu un spēju piedāvāt jaunas izaugsmes iespējas. Tādējādi Baltijas reģions varētu ieņemt nišas vietu Eiropas un pasaules pusvadītāju tehnoloģiju nozares kartē.

Zemāk attēlā (skat. 3.1. attēlu) ir pētījuma autoru izstrādātā un izvirzītā Latvijas stratēģija pusvadītāju nozares attīstībai, ņemot vērā iepriekšējās nodaļas secinājumus. Stratēģija paredz pusvadītāju jomas kapacitātes stiprināšanu ilgtermiņā, veicinot talantu piesaisti un noturēšanu, izveidojot jaunas mācību programmas un palielinot izpratni par nozari. Uzsvars tiek likts uz kompetenču celšanu un sadarbību starp akadēmisko un rūpniecisko sektoru, kā arī nišu identificēšanu produktiem un tehnoloģijām ar augstu pievienoto vērtību un nesātinātiem tirgiem.



Attēls 3.1 Latvijas pusvadītāju attīstības stratēģija

Stratēģijā paredzētas aktivitātes, kas ietver dizainu, testēšanu, iepakojšanu un pilotlīniju izveidošanu, īpaši uzsverot silīcija un polimēru fotonikas nozari. Šajā jomā jau pastāv sadarbība ar Elektronikas un datorikas institūtu (EDI) un Cietvielu fizikas institūtu (CFI), un ir plānots šo sadarbību paplašināt, lai veicinātu jaunu un inovatīvu produktu radīšanu. Līdztekus tam tiek plānots papildināt testēšanas un dizaina laboratorijas ar iepakojšanas iekārtām, kas atbalstīs jaunuzņēmumu un esošo uzņēmumu attīstību Latvijā.

Mācību programmas ir izvirzītas kā centrāls elements stratēģijā, kas nepieciešamas pusvadītāju inženieru apmācībai un industriju ilgtermiņa attīstībai. Tās ietvers kursus par CMOS elektronikas tehnoloģiju procesiem, pusvadītāju ražošanas iekārtu būvi, analoģas un digitālās elektronikas dizainu, kā arī optoelektronikas dizainu un pusvadītāju uzlabotajiem pielietojumiem, piemēram, kvantu sakariem un mākslīgā intelekta tehnoloģijām.

Latvija svarīgi izveidot Čipu Dizaina un Testēšanas Kompetenču Centru (JEDI - Joint Endeavor for Design and Integration), kas pakāpeniski iekļaus citas organizācijas, sniedzot ekspertīzi un resursus centra attīstībai. Valdes un padomes sastāvā ir iekļauti pārstāvji no RTU, imec, CFI, MikroTik un citām organizācijām. Stratēģija paredz papildu investīciju piesaisti testēšanas un dizaina infrastruktūrā, kas ļautu nodrošināt laboratoriju darbību un papildināšanu ar iepakojšanas iekārtām Latvijā, tādējādi sekmējot nozares attīstību un inovāciju potenciālu.

Latvijas augstskolu studiju programmu izpēte liecina, ka situācija fundamentālās pusvadītāju fizikas jomā ir labvēlīga. Studentiem ir pieejamas studijas par cietvielu fiziku, lietišķo ķīmiju, elektronisko signālu analīzi, nanotehnoloģijām un citām jomām. Arī mašīnbūve tiek uzskatīta par spēcīgu nozares daļu. Tomēr, manāmi trūkst lietišķi orientētu kursu par pusvadītāju tehnoloģijām, kā arī elektronikas un optoelektronikas dizaina kursi nav pietiekami attīstīti. Lai atbalstītu pusvadītāju industrijas attīstību Latvijā, būtu vēlamas šādas mācību programmas:

- CMOS elektronikas tehnoloģijas procesi,

- Pusvadītāju ražošanas iekārtu būve, piemēram, uzņēmumiem kā Sidrabe un Kepp EU,
- Analogās un digitālās elektronikas dizains,
- Optoelektronikas dizains,
- Pusvadītāju ierīču testēšana un iepakošana,
- Pusvadītāju uzlaboti pielietojumi, kā kvantu sakari, aizsardzība, mākslīgais intelekts.

Nepieciešamā darbaspēka izglītošanai būtu jāapsver šādi priekšlikumi:

- Mācībspēku nosūtīšana apmācībās, lai iegūtu zināšanas aktuālajās pusvadītāju nozarēs, piemēram, More-Than-Moore tehnoloģijas, kvantu aprēķinos, augstas jaudas mikroelektronika, mākslīgais intelekts.
- Attālinātu izglītības platformu izmantošana mācībspēku kvalifikācijas celšanai, piemēram, izmantojot resursus kā semi.org un edx.org.
- Vieslektoru piesaistīšana no vadošām pusvadītāju nozares augstskolām un iestādēm.
- Jaunu kursu un studiju programmu izstrādei:
- Pusvadītāju pamatzināšanu paplašināšana, tostarp CMOS pamati un elektronikas/fotonikas VLSI dizaina kursi, kas jāsāk sniegt no pamatiem.
- Izvēlēties perspektīvas tehnoloģijas jauniem kursiem, kas varētu stiprināt Latvijas konkurētspēju globālā līmenī.
- Veicināt sadarbību ar Latvijas uzņēmumiem no pusvadītāju ķēdes, lai studentiem būtu skaidra izpratne par nākotnes karjeras iespējām.

Infrastruktūras trūkumi, kas būtiski ietekmē Latvijas pusvadītāju nozares attīstību, un jāsniedz priekšlikumi to novēršanai. Vajadzības gadījumā jāpaplašina sadarbība ar vadošiem uzņēmumiem, piemēram, IMEC Beļģijā, lai kvalificētu personālu un ieviestu jaunus studiju priekšmetus un programmas.

- Trūkstošajai infrastruktūrai:
- Jāuzlabo apstākļi pusvadītāju ražošanas iekārtu ražotājiem, piemēram, Sidrabe un KeppEU, kas spēj kalpot kā piegādātāji ne tikai vietējiem, bet arī starptautiskiem tirgiem, ņemot vērā pieaugošo pieprasījumu no pusvadītāju ražotnēm.
- Pusvadītāju ražotņu attīstība, ieguldot pilotlīnijās, lai vietējie un jaunie uzņēmumi, kā arī augstskolas varētu prototipēt un sagatavot produktus mērogošanai.
- Iesaiņošanas jeb backend ražotņu, piemēram, OSAT (Outsourced Assembly and Test) attīstība, izmantojot Latvijas kompetenci čipu testēšanā, lai veicinātu OSAT biznesa attīstību.
- Šādi infrastruktūras ieguldījumi būs būtiski jaunu talantu izglītošanai un nozares attīstībai.

3.3. Latvijas ekonomiskos un konkurētspējas ieguvumu prognozes

Sociāli ekonomiskās analīzes mērķis ir prognozēt Latvijas ekonomiskos un konkurētspējas ieguvumus no pusvadītāju stratēģijas realizācijas 10 gadu perspektīvā (tostarp iekļaujot analīzi par augsti kvalificētu ekspertu pieejamību, infrastruktūras ietekmi uz inovatīvo produktu attīstību, investīcijām noteikt projekta izdevīgumu no sabiedrības viedokļa.

Sociāli ekonomiskā analīze tiek veikta laika periodam no 2024. gada sākuma līdz 2034. gada beigām (kopā 11 gadi), tajā ieskaitot projekta sākotnējās fāzes realizācijas termiņu 1 gads (no 2024. gada sākuma līdz 2024. gada beigām) un projekta dzīves ciklu 10 gadi (no 2025. gada sākuma līdz 2034. gada beigām). Sociāli ekonomiskā analīze tiek veikta salīdzināmajās 2023. gada cenās.

Analīzē tiek izmantota diskontētās naudas plūsmas metode, diskontēšanā izmantojot reālo sociālo diskonta likmi 5.00% apmērā (*saskaņā ar Finanšu Ministrijas un Eiropas Komisijas sagatavotajām izmaksu un ieguvumu analīzes vadlīnijām* Avots: <https://www.fm.gov.lv/lv/makroekonomiskie-pienemumi-un-prognozes>).

Sociāli ekonomiskā analīzē izmantota vidēji svērtā pievienotās vērtības nodokļa likme 15.90% apmērā, minimālā un progresīvā iedzīvotāju ieņēmuma nodokļa likmes attiecīgi 20.00 % un 23.00% apmērā visā aprēķinu periodā, kā arī darba devēja un darba ņēmēja valsts sociālās apdrošināšanas obligāto iemaksu likmes attiecīgi 23.59% un 10.50%.

Lai noteiktu potenciālo ekonomisko ieguvumus no stratēģijas ieviešanas, tika veikta zinātnisko darbu izpēte, nosakot ekonomiskos ieguvumus, kuri ir piemērojami katrā attiecīgajā gadījumā. Zinātnisko darbu izpēte tika veikta sekojošajās datu bāzēs: "Google Scholar", "JSTOR", "ScienceDirect" un "EBSCO". Ekonomikas datu ieguve tika veikta no attiecīgajām datubāzēm, kuras ir norādītas pie izmantotajiem datiem pie katra sociālekonomiskā ieguvuma. Datu analīze tika veikta MS Excel programmā, balstoties uz prognozētajiem datiem no finanšu modeļa par katru attīstības scenāriju. Silīcija fotonu pusvadītāju laboratorijas un polimēru pusvadītāju ražošanas pilotlīnijas ieviešanas gadījumā tika kvantificēti četri galvenie sociālekonomiskie ieguvumi. Katra sociālekonomiskā ieguvuma izklāsts apkopots zemāk.

3.3.1. Ieņēmumi no ieturētā IIN un VSAOI jaunu darba vietu izveides rezultātā

Ieņēmumi no ieturētā IIN un VSAOI jaunu darba vietu izveides rezultātā ieguvumu aprēķinā, kas rodas no papildus iekasētā iedzīvotāju ienākumu nodokļa un valsts sociālās apdrošināšanas obligātajām iemaksām jaunu darba vietu izveides rezultātā, izmantoto pieņēmumu apkopojums skatāms 3.1.tabulā.

Tabula 3.1 IIN, VSAOI ieguvumu aprēķinā izmantoto pieņēmumu apkopojums

Parametrs	Vērtība	Avots
<i>Testēšanas un dizaina laboratorija un polimēru fotonikas pusvadītāju ražošanas pilotlīnija (turpmāk tekstā attiecīgi – laboratorija un pilotlīnija)</i>		
Jaunas tiešās darba vietas	59	Rīgas Tehniskās Universitātes un Latvijas Universitātes Cietvielu Fizikas Institūta aprēķins par nepieciešamo darbinieku skaitu darbības nodrošināšanai.
Sekundārais efekts uz nodarbinātību	3.00	2017. gada pētījums "MULTIPLIER EFFECTS OF LATVIAN RURAL DEVELOPMENT PROGRAMME 2007-2013" (<i>Elita Benga, Juris Hāzners, Zaiga Miķelsone</i>), tabula Nr. 2.; 2015. gada pētījums "Employment Growth in Europe: The Roles of Innovation, Local Job Multipliers and Institutions" (Maarten Goos, Jozef Konings, Marieke Vandeweyer), tabula Nr. 3.; Eiropas Komisijas darba dokuments, 2022. gads, "A Chips Act for Europe", 84. lpp. (saite: https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-8799-2022-ADD-2/en/pdf)
Kopējais jauno darba vietu skaits	177	Aprēķins, ņemot vērā sekundāro efektu.

Bruto algu aprēķins tika izmantots no laboratorijas un pilotlīnijas finanšu analīzes sadaļas, ņemot vērā arī atalgojuma izmaksu pieaugumu, un proporcionāli tika piemērots sekundārais efekts. Ieguvumi tiek gūti periodā 2025.-2034. gads.

No bruto algas tika aprēķināta IIN daļa. Laboratorijas un pilotlīnijas kopējie plānotie nediskontētie papildus ieņēmumi no ieturētā iedzīvotāju ienākuma nodokļa visam projekta laika periodam ir EUR 15,073,110.

No bruto algas tika aprēķināta VSAOI daļa, kopā gan darba devēja, gan darba ņēmēja. Laboratorijas un pilotlīnijas kopējie plānotie nediskontētie papildus ieņēmumi no valsts sociālās apdrošināšanas obligātajām iemaksām visam projekta laika periodam ir EUR 33,112,456.

Šajā gadījumā tiek vērtēti sociālekonomiskie ieguvumi visai ekonomikai, tādēļ netiek ņemts vērā nodokļu sadalījums starp pašvaldības un valsts budžetiem.

3.3.2. Ieguvumi no PVN, IIN un VSAOI ieņēmumiem ekonomiskās izaugsmes izpētes un attīstības ieguldījumu un būvniecības pieauguma rezultātā

Ieguvumu aprēķinam, kas rodas no papildus iekasētā pievienotās vērtības (koeficients) nodokļa, iedzīvotāju ienākumu nodokļa un valsts sociālās apdrošināšanas obligātajām iemaksām ekonomiskās izaugsmes rezultātā no projekta realizēšanas, izmantotie pieņēmumi apkopoti 3.2. tabulā.

Tabula 3.2 PVN, IIN, VSAOI ieguvumu aprēķinā izmantoto pieņēmumu apkopojums

Parametrs	Vērtība	Avots
Ieguldījumu pētniecībā un attīstībā (kapitāla un tiešie izdevumi, izņemot darbinieku algas)	EUR 39,882,090	Rīgas Tehniskās Universitātes un Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūta aprēķins par nepieciešamajiem ieguldījumiem pētniecībā un attīstībā.
Vidējais sekundārais efekts uz IKP izaugsmi no ieguldījumiem pētniecībā un attīstībā, 1. - 6. gads	6.5075	2021. gada pētījums "Generic and public R&D fiscal policies: An empirical assessment for OECD Countries" (Giovanna Ciaffi, Matteo Deleidi), tabula Nr. 1.
	2.1775	
	1.0475	
	1.1375	
	0.8050	
	0.2700	
Potenciālais IKP pieaugums periodā no 2025. – 2034. gadam no ieguldījumiem pētniecībā un attīstībā	EUR 437,916,263	Aprēķins, ņemot vērā sekundāro efektu.
Ieguldījumu ēkas būvniecībā	EUR 16,500,000	Rīgas Tehniskās Universitātes un Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūta aprēķins par nepieciešamajiem ieguldījumiem ēkas būvniecībā.
Vidējais sekundārais efekts uz IKP izaugsmi no ieguldījumiem būvniecībā, 1. - 6. gads	0.9275	2021. gada pētījums "Generic and public R&D fiscal policies: An empirical assessment for OECD
	0.1275	
	0.0625	

Parametrs	Vērtība	Avots
	0.0600	Countries" (<i>Giovanna Ciaffi, Matteo Deleidi</i>), tabula Nr. 2.
Potenciālais IKP pieaugums periodā no 2025. – 2034. gadam no ieguldījumiem būvniecībā	EUR 19,428,750	Aprēķins, ņemot vērā sekundāro efektu.
Darbaspēka izmaksu daļa no IKP	60.9%	ANO Eiropas Ekonomikas komisijas dati par 2020. gadu.
Darba spēka izmaksas no IKP pieauguma	EUR 278,523,113	Aprēķins, ņemot vērā potenciālo IKP pieaugumu un darbaspēka izmaksu daļu no IKP.

Atbilstoši vairākiem pētījumiem tiek pieņemts, ka projekta veiktie ieguldījumi veidos sekundāro efektu uz valsts iekšzemes kopproduktu, kopsummā potenciālais IKP pieaugums ir EUR 457,345,013 laika periodā no 2025. līdz 2034. gadam. Ieguvums no IKP pieauguma tiek aprēķināts PVN, IIN un VSAOI izteiksmē. PVN ieguvums ir 15.9% potenciālā IKP pieauguma jeb EUR 69,628,686. Lai aprēķinātu IIN ieguvumu, tika noteikta darbaspēku izmaksu daļa no IKP pieauguma un no tās tika aprēķināts IIN. Kopsummā tie ir EUR 40,339,540 laika periodā no 2025. līdz 2034. gadam. No IKP darbaspēka izmaksu daļas tika aprēķināts arī VSAOI ieguvums valsts budžetā periodā no 2025. līdz 2034. gadam, kas kopsummā sastāda EUR 94,948,529.

Kopējie plānotie nediskontētie papildus ieņēmumi no iekasēta pievienotās vērtības nodokļa, iedzīvotāju ienākuma nodokļa un valsts sociālās apdrošināšanas obligātajām iemaksām ekonomiskās izaugsmes rezultātā no projekta realizācijas ir EUR 204,916,755.

3.3.3. Ieguvumi no PVN, IIN un VSAOI nodokļu ieņēmumiem no apmācīto studentu nodarbinātības sektorā

Rīgas Tehniskā Universitāte un Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts projekta ietvaros plāno papildināt savas mācību programmas ar kursiem pusvadītāju jomā, kā rezultātā sagatavojot augsti kvalificētus šīs jomas speciālistus. Plānots, ka šie speciālisti sākotnēji tiktu nodarbināti turpat universitātēs, šī projekta ietvaros. Speciālistu skaits tiek definēts, ņemot vērā iespējamo speciālistu skaitu, ņemot vērā paredzēto iekārtu un darba vietu noslodzi, studentu interesi un mācībspēku skaitu. Taču sasniedzot esošo projektu nodarbinātības kapacitāti un nozarei attīstoties, šie speciālisti tiktu nodarbināti citviet nozarē.

Tabula 3.3 nodokļu ieņēmumi no apmācīto studentu nodarbinātības sektorā

Parametrs	Vērtība	Avots
Apmācīto un nodarbināto inženieru skaits ārpus RTU silīcija pusvadītāju laboratorijas	21	Rīgas Tehniskās Universitāte plāno sagatavot 3 inženierus katru gadu, periodā no 2025. līdz 2034. gadam, no kuriem 21 ir plānots nodarbināt citviet nozarē.
Nozarē nodarbināto inženieru bruto algas šajā periodā	EUR 5,299,935	Aprēķins, ņemot vērā šī brīža potenciālo algu līmeni un to koriģējot pēc prognozētās algu inflācijas.
Apmācīto un nodarbināto zinātnisko asistentu skaits ārpus RTU silīcija pusvadītāju laboratorijas	85	Rīgas Tehniskās Universitāte plāno sagatavot 6 speciālistus 2025. gadā, 8 speciālistus 2026. gadā un 10 speciālistus sākot no 2027. līdz 2034.

		gadam, no kuriem 85 ir plānots nodarbināt citviet nozarē.
Nozarē nodarbināto speciālistu bruto algas šajā periodā	EUR 18,475,531	Aprēķins, ņemot vērā šī brīža potenciālo algu līmeni un to koriģējot pēc prognozētās algu inflācijas.
Apmācīto un nodarbināto inženieru skaits ārpus LU polimēru fotonu pusvadītāju ražošanas pilotlīnijas	31	Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts plāno sagatavot 5 inženierus katru gadu, periodā no 2027. līdz 2034. gadam, no kuriem 31 ir plānots nodarbināt citviet nozarē.
Nozarē nodarbināto inženieru bruto algas šajā periodā	EUR 8,169,168	Aprēķins, ņemot vērā šī brīža potenciālo algu līmeni un to koriģējot pēc prognozētās algu inflācijas.

Šajā gadījumā ieguvums tiek aprēķināts kā samaksātā IIN un VSAOI izteiksmē valstij. Nodarbināto RTU inženieru un speciālistu bruto algas tiek pieņemtas attiecīgi EUR 4,000 un EUR 3,000 pirms algu inflācijas izmaiņām. Nodarbināto LU CFO sagatavoto inženieru algas pieņemtas EUR 4,500 mēnesī pirms algu inflācijas izmaiņām.

Kopsummā inženieru un speciālistu bruto algas periodā no 2025. līdz 2034. gadam ir plānotas EUR 31,944,633 apmērā. No kurām valstij samaksātais IIN sastāda EUR 5,498,796. Taču samaksātais darba ņēmēja un darba devēja VSAOI sastāda EUR 10,899,926.

3.3.4. Ieguvumi no ārējo tiešo investīciju piesaistes un to ietekmes uz IKP un nodokļu ieņēmumiem

Valstij veicot būtiskas izpētes un attīstības investīcijas gan cilvēkkapitālā, gan pamatlīdzekļos, tā būtiski uzlabos savu tēlu ārvalstu investoru acīs, tādā veidā piesaistot papildus investīcijas gan šai, gan citām ar šo saistītām nozarēm.

Tabula 3.4 Ieguvumi no ārējo tiešo investīciju piesaistes un to ietekmes uz IKP un nodokļu

Parametrs	Vērtība	Avots
Izpētes un attīstības izdevumi, % no IKP	0.74%	Tiek pieņemts, ka izpētes un attīstības izdevumi kā % no IKP nemainīsies visā analīzes periodā un saglabāsies 2021. gada līmenī.
RTU un LU CFI ieguldījumi izpētē un attīstībā šī projekta ietvaros, EURm	EUR 86,394,592	Balstoties uz RTU un LU CFI aplēsi, periodā no 2024. līdz 2034. gadam šī projekta ietvaros tiek plānoti ieguldījumi tīrtelpu izbūvē, iekārtu iegādē un izpētes procesā.
Latvijas izpētes un attīstības izdevumu pieaugums, procentpunkti	0.012 – 0.047 p.p.	Aprēķins. Tiek plānots, ka Latvijas izpētes un attīstības izdevumi kā % no IKP šajā periodā pieaugs par 0.005 līdz 0.052 procentpunktiem, atkarībā no konkrētā gada.
Ārējo tiešo ieguldījumu pieaugums atkarībā no 1 p.p. pieauguma izpētes un attīstības izdevumiem pret IKP, 20 gadu periodā	124%	2014. gada pētījums “Foreign Direct Investment and Growth: EU, EMU, and Transition Economies”, Tabula Nr. 4.

Parametrs	Vērtība	Avots
Kumulatīvais pieauguma efekts uz ārējām tiešajām investīcijām Latvijā, %	0.20% - 1.30%	Aprēķins. Tiek plānots, ka ārējās tiešās investīcijas Latvijā no 2025. līdz 2034. gadam pieaugs par 0.20% līdz 1.30%, atkarībā no konkrētā gada.
Kopējais ārējo tiešo investīciju apjoma pieaugums Latvijā, projekta rezultātā	EUR 186,100,792	Aprēķins. Plānots, ka Latvijā ārējās tiešās investīcijas projekta rezultātā pieaugs par EUR 186,100,792 miljoniem periodā no 2025. gada līdz 2034. gadam.

Sākotnēji tiek aprēķināts Latvijas IKP periodā no 2024. gada līdz 2034. gadam, balstoties uz Centrālās Statistikas Pārvaldes datiem un Latvijas Bankas prognozēm. Prognozēts, ka Latvijas IKP 2025. gadā pieaugs par 3.6% un turpmākajos gados par 2.0%. Aprēķinos pieņemts, ka izpētes un attīstības izdevumi kā procents no IKP paliks nemainīgi salīdzinājumā ar 2021. gada datiem – 0.740%.

Balstoties uz RTU un LU CFI plānotajiem ieguldījumiem izpētē un attīstībā EUR 86,394,592 apmērā periodā no 2024. līdz 2034. gadam, izpētes un attīstības izdevumi kā % no IKP pieaugs robežās no 0.745% līdz 0.792% atkarībā no konkrētā gada.

Atsaucoties uz pētījumu, 1 procentpunkta pieaugums izpētes un attīstības izmaksās ļaus palielināt ārējās tiešās investīcijas Latvijā par 124% 20 gadu periodā. Līdz ar to ārējās tiešās investīcijas Latvijā varētu pieaugt par EUR 186,100,792 attiecīgajā periodā.

3.3.5. Kvalitatīvie sociālekonomiskie ieguvumi / zaudējumi

Papildus izmaksu – ieguvumu noteiktajiem kvantitatīvajiem sociāli ekonomiskajiem ieguvumiem sabiedrība gūs arī šādus kvalitatīvus ieguvumus / zaudējumus, kuri sociāli ekonomiskajā analīzē netika izvērtēti naudas izteiksmē:

- **Ieguvumi nacionālajai drošībai.** Ilgtermiņā attīstot globāli stratēģiski svarīgu jomu, kura ieņem būtisku lomu mūsdienu piegāžu un ikdienā lietojamo produktu ražošanas ķēdē, ļaus uzlabot Latvijas nacionālo drošību. Citu valstu uzņēmumiem palaujoties uz Latvijā attīstīto kompetenci pusvadītāju jomā, šīs valstis kļūst stratēģiski ieinteresētas, lai Latvijā pusvadītāju joma turpinātu attīstīties un nenotiktu neparedzēti pārrāvumi piegādēs.
- **Ieguvumi no ekosistēmas attīstības.** Uzsākot pusvadītāju jomas attīstību Latvijā, pieaugs gan ar šo jomu, gan citām saistīta uzņēmējdarbība, veidojot jaunuzņēmumus nozarē ar augstu pievienoto vērtību.
- **Ieguvumi no nekustamā īpašuma vērtības pieauguma.** Realizējot projektu, tiks nodrošināti nosacījumi projekta realizācijas apkārtnē esošo īpašumu tirgus vērtības pieaugumam, kā arī darījumu skaita pieaugumam ar blakus teritorijās esošajiem nekustamajiem īpašumiem. Tiks palielināta citu reģionu, kā arī ārvalstu iedzīvotāju vēlme pārcelties uz Rīgas pilsētu.
- **Zaudējumi projekta īstenošanas laikā.** Projekta īstenošanas laikā (tā būvniecības fāzes laikā) tā apkārtnē būs vērojama paaugstināta kravas transporta kustība. Paredzams, ka būvniecības fāzē projekta īstenošanas vietā būs vērojami arī trokšņa un SEG emisiju pieaugums.

3.3.6. ENPV un ERR aprēķins

Ekonomiskā ienesīguma norma (ERR) mēra projekta rentabilitāti un dod iespēju salīdzināt projekta ekonomisko atdevi ar kapitāla zaudēto iespēju izmaksām. Ja ERR pārsniedz reālo sociālo diskonta likmi (t.i. 5.00%), tad projekts ir ekonomiski izdevīgs sabiedrībai.

Ekonomiskā neto pašreizējā vērtība (ENPV) mēra projekta ekonomisko izdevīgumu absolūtā izteiksmē. ENPV ir jābūt ≥ 0 , lai projekts būtu akceptējams un izdevīgs no sabiedrības viedokļa.

Ieguvumu un izmaksu attiecība sastāv no projekta diskontētajiem sociālekonomiskajiem ieguvumiem, ietaupītajām izmaksām un projekta atlikušās vērtības tā dzīves cikla beigās, attiecībā pret projekta diskontēto izmaksu summu, kas sastāv no projekta investīciju izmaksām un projekta papildu izmaksām projekta dzīves cikla laikā.

Ja ieguvumu un izmaksu attiecība ir lielāka par 1, tad projekta laikā radītie ieņēmumi un ieguvumi (finansiālie un sociālekonomiskie) pārsniedz izmaksas un zaudējumus (finansiālos un sociālekonomiskos).

Rādītāju aprēķinā netiek ņemts vērā projekta finansēšanas avoti un to struktūra.

Projekta sociāli ekonomiskās analīzes rādītāji:

Tabula 3.5 Ieguvumi no projekta, ņemot vērā sociālekonomisko aspektu

Rādītāja nosaukums	Vērtība
Ekonomiskā neto pašreizējā vērtība (ENPV)	180,891,507 EUR
Ekonomiskā ienesīguma norma (ERR)	199.36%
Ieguvumu un izmaksu attiecība (B/C)	3.52

Aprēķinā tika iekļauti tikai tie sociālekonomiskie ieguvumi, kas ir attiecināmi gan uz valsts budžetu, gan Rīgas pašvaldības budžetu.

Sociāli ekonomiskās analīzes rezultātā tika noteikts projekta īstenošanas gadījumā ENPV būs pozitīvs, ERR pārsniegs 5% un ieguvumu/izmaksu attiecība pārsniegs 1. No tā var secināt, ka projekts ir sabiedrībai izdevīgs.

3.4. Finanšu modeļa un finansējuma avotu izstrāde

Šajā nodaļā tika izstrādāts finanšu modelis un identificēt finansējuma avoti plāna sasniegšanai. Šis process ietver detalizētu plānu, kas paredz pieejamo finanšu resursu apzināšanu un to efektīvu izmantošanu, lai atbalstītu nozares attīstību piecu gadu laika posmā.

3.4.1. Finanšu analīzes veikšanā izmantotie principi

Finanšu rādītāju analīzes mērķis ir pārliecināties par projekta dzīvotspēju un ekonomisko pamatotību.

Analīzē tiek izmantota diskontētās naudas plūsmas metode.

Finanšu analīze tiek veikta laika periodam no 2024. gada sākuma līdz 2034. gada beigām (kopā 11 gadi), tajā ieskaitot projekta realizācijas termiņu 1 gadi (no 2024. gada sākuma līdz 2024. gada beigām) un projekta dzīves ciklu 10 gadi (no 2025. gada sākuma līdz 2034. gada beigām).

Finanšu aprēķiniem tika izmantota reālā finansiālā diskonta likme 4.00% apmērā (saskaņā ar Finanšu Ministrijas un Eiropas Komisijas sagatavotajām izmaksu un ieguvumu analīzes vadlīnijām (Makroekonomiskie pieņēmumi un prognozes, Avots: <https://www.fm.gov.lv/lv/makroekonomiskie-pienemumi-un-prognozes>)).

Projekts ir ieņēmumus gūstošs projekts, kur ietvaros tiks realizēta projekta būvniecība, telpu pielāgošana un iekārtu iegāde. Šī projekta ietvaros plānots gūt ieņēmumus no pētniecības projektu realizācijas, testēšanas un ražošanas projektiem sadarbībā ar nozares uzņēmumiem, kā ar silīcija fotonu testēšanas laboratorijas nomas.

Prognozēs tika izmantotas sekojoši makroekonomiskie pieņēmumi (skat. 3.6. tabulu), saskaņā ar Finanšu Ministrijas noteiktajām makroekonomisko pieņēmumu un prognožu skaitliskajām vērtībām no 04.07.2023 [Makroekonomiskie pieņēmumi un prognozes, Avots: <https://www.fm.gov.lv/lv/makroekonomiskie-pienemumi-un-prognozes>).

Tabula 3.6 Makroekonomiskie pieņēmumi un prognozes

Gads	Patēriņa cenu izmaiņas	Bruto darba algas izmaiņas
2024	2.20%	5.20%
2025	2.50%	2.40%
2026	2.30%	2.60%
2027	2.00%	2.80%
2028-2034	2.00%	2.10%

Finanšu analīzē izmantota faktiskā darba devēja valsts sociālās apdrošināšanas obligāto iemaksu likme 23.59% apmērā un faktiskā darba ņēmēja valsts sociālās apdrošināšanas obligāto iemaksu likme 10.50% apmērā visā aprēķinu periodā. Aprēķinos tika pieņemta faktiskā iedzīvotāja ienākuma likme atkarībā no ieņēmumu līmeņa, 20.00% gada ienākumiem līdz EUR 20,004 un 23.00% ienākumiem sākot no EUR 20,004.

3.4.2. Nekustamā īpašuma attīstīšana

Viens no pamatnosacījumiem stratēģijas ieviešanai ir piemērotu telpu izbūve un pielāgošana. Projekta ietvaros ir plānots izbūvēt ēku ar sekojošajām platībām pēc to izmantošanas veida:

Tabula 3.7 Nepieciešamo telpu platību apkopojums

Telpu veids	Patēriņa cenu izmaiņas	Avots
Nepieciešamo telpu platība silīcija fotonu pusvadītāju laboratorijai, m ²	200	Zinātnieku sniegtā informācija
Nepieciešamo telpu platība polimēru fotonikas pusvadītāju pilotlīnijai, m ²	300	Zinātnieku sniegtā informācija
Papildus nepieciešamās tirtelpas attīstībai, m ²	500	Zinātnieku sniegtā informācija
Tirtelpas kopā, m²	1 000	Aprēķins
Nepieciešamās atbalsta telpas, m ²	1 000	Aprēķins
Papildus telpas mācībām, ofisam, citiem mērķiem, m ²	8 000	Universitāšu sniegtā informācija
Telpu platība kopā, m²	10 000	Aprēķins

Aprēķinos pieņemts, ka ēkas būvniecības projektēšana sākas 2024. gadā un noslēdzas 2025. gadā, ēkas būvniecības periodam ilgstot no 2025. gada līdz 2027. gadam, kad ēka būtu nodota ekspluatācijā un pielāgota šī projekta vajadzībām.

Tirtelpa ir jebkura noteikta, slēgta telpa, kurā tiek veikti pasākumi, lai samazinātu daļiņu piesārņojumu un kontrolētu citus vides parametrus, piemēram, temperatūru, mitrumu un spiedienu. Galvenā sastāvdaļa ir augstas efektivitātes

daļiņu gaisa (HEPA) filtrs, ko izmanto, lai notvertu daļiņas, kuru izmērs ir 0,3 mikroni un lielākas. Viss gaiss, kuru piegādā tīrajai telpai, tiek filtrēts caur HEPA filtriem, un dažos gadījumos, kad ir nepieciešama augstāka tīrības pakāpe, tiek izmantoti īpaši mazu daļiņu gaisa (ULPA) filtri [Clean room projektēšana, Avots : <http://www.arrowmedical.lv/laboratorijas-mebeles/par-mu/>].

Paredzēts, ka jaunas ēkas būvniecība atbilstoši tīrtelpu klases vajadzībām izmaksātu EUR [16 500 000], taču tīrtelpu izveide šajā ēkā izmaksātu vēl papildus EUR [10 000 000].

3.4.3. Testēšanas, dizaina, iepakojšanas un prototipēšanas laboratorijas finanšu analīze

Projektā veiktie ieguldījumi

Testēšanas un dizaina testēšanas laboratorijas izveidei ir nepieciešamas kopsummā 400 m² telpas, no kurām 200 m² sastāda tīrtelpas un 200 m² atbalsta telpas. Tā kā tiek plānots, ka jaunās ēkas būvniecība noslēgsies 2027. gadā, Rīgas Tehniskā universitāte plāno jau šobrīd izveidot tīrtelpas Rīgas Tehniskās Universitātes telpās, lai laboratoriju varētu izveidot pēc iespējas ātrāk. Pieņemts, ka esošo telpu pielāgošana laboratorijas vajadzībām varētu notikt 2024. gada laikā, līdz ar to 2025. gadā tiek plānota laboratorijas atklāšana.

Kopsummā laboratorijas izveidei nepieciešamais ieguldījums iekārtās sastāda EUR 8,500,000, kam papildus nepieciešams ieguldījums EUR 2,400,000 esošo universitātes telpu pielāgošanai laboratorijas vajadzībām.

Projekta darbības ieņēmumi

Laboratorijas plānotie ieņēmumi tiek dalīti trīs kategorijās – ieņēmumi no pusvadītāju testēšanas, ieņēmumi no laboratorijas nomas un ieņēmumi no pētniecības projektiem.

Ieņēmumi no pusvadītāju testēšanas veidosies piesaistot ārējos klientus (uzņēmumus, pētniecības iestādes, u.c.), kam būs nepieciešams jau izstrādātu un saražotu pusvadītāju testēšanu. Balstoties uz iepriekš minētajiem ieguldījumiem iekārtās, laboratorijā tiks izveidotas divas testēšanas stacijas, kuras testēšanas un pētniecības nolūkos tiks nodarbinātās vienā maiņā. Pieņemts, ka vidējais testēšanas ilgums vienam pusvadītājam ir 30 stundas. Līdz ar to maksimālā testēšanas kapacitāte laboratorijai gadā būtu 139 pusvadītāji. Vidējā cena par viena pusvadītāja testēšanu sastāda EUR 8,000. Tiek plānots, ka maksimālā testēšanas noslodze sastāda 95.0% no maksimālās kapacitātes, sākot no 2028. gada. Līdz tam laboratorijas noslodze pieņemta 50.0%, 70.0% un 80.0% no maksimālās kapacitātes attiecīgi 2025., 2026. un 2027. gadā.

Izveidojot šādu laboratoriju, universitātes pētnieki spēs piedalīties augstāka līmeņa pētījumos, tādos kā Horizon. Plānots, ka vidēji gadā pētnieki piedalīsies divos pētījumos līdz 2031. gadam un turpmākajos gados piedalīsies vidēji trīs šādos pētījumos gadā, no katra vidēji gadā saņemot EUR 200,000 ieņēmumus.

Papildus testēšanas laboratorija tiks iznomāta arī pētniekiem no citām pētniecības iestādēm, vai uzņēmumiem, lai nodrošinātu lielāku tās noslodzi. Šajā gadījumā pieņemts, ka nomas ieņēmumi no vienas maiņas sastādītu EUR 1,200 un nomas noslodze 2025. gadā būtu 35.0% no brīvās kapacitātes, katru gadu noslodzei pieaugot par 5 procentpunktiem. Šajos aprēķinos pieņemts, ka nomai pieejama arī otrā maiņa.

Papildus ieņēmumi, ko laboratorija plāno ģenerēt ir no mikročipu dizaina pakalpojumiem, tos nodrošinot uzņēmumiem. Šajos aprēķinos šādi ieņēmumi nav pieņemti dēļ plašās variācijas ieņēmumos no viena projekta un to neregularitātes.

Projekta darbības izmaksas

Laboratorijā tiks nodarbināti pilna laika zinātnieki, inženieri un zinātniskie asistenti, kuri nodrošinās pusvadītāju testēšanu, pētījumu izpildi un rezultātu apkopošanu. Zemāk tabulā apkopots nepieciešamo darbinieku skaits pa gadiem un to bruto algas mēnesī:

Tabula 3.8 Testēšanas un dizaina laboratorijai nepieciešamais darbinieku skaits pa gadiem

Gads	Zinātnieku skaits	Inženieru skaits	Zinātnisko asistentu skaits
2025. gads	2	2	3
2026. gads	2	5	6
2027. gads	2	7	8
2028. – 2034. gads	3	9	9
Bruto alga (EUR/mēn.)	5,000	4,000	3,000

Kā papildus izdevumi laboratorijas ikdienas darbības nodrošināšanai ir nepieciešami pakalpojumu līgumi par iekārtu uzturēšanu un remontu. Plānots, ka visu iekārtu uzturēšana izmaksās EUR 200,000 gadā, sākot no 2027., jo pieņemts, ka pirmo divus gadus iekārtām būs garantija un bezmaksas to apkalpošana. Papildus ir nepieciešama programmatūra iekārtām, kā arī pētījumu veikšanai un dizainam. Šādās izmaksas tiek prognozētas EUR 120,000 apmērā gadā.

Projekta ietvaros arī plānoti izdevumi atbalsta personālam, telpu uzturēšanai un citām izmaksām, kuri apkopti sadaļā "Atbalsta funkcijas un citas starp projektiem nedalāmas izmaksas" tajā iekļaujot arī izmaksas no polimēru fotonu pusvadītāju ražošanas pilotlīnijas.

3.4.4. Polimēru fotonikas pusvadītāju ražošanas pilotlīnijas finanšu analīze

Projektā veiktie ieguldījumi

Ražošanas pilotlīnijai ir nepieciešamas telpas ar kopējo platību 600 m², no kurām 300 m² ir tirtelpas un 300 m² ir atbalsta telpas. Ražošanas pilotlīniju ir plānots atklāt 2027. gadā līdz ar jaunās ēkas nodošanu ekspluatācijā. Kopējās nepieciešamās investīcijas iekārtām ražošanas pilotlīnijai ir EUR 7,000,000.

Projekta darbības ieņēmumi

Ieņēmumi tiks gūti no pusvadītāju ražošanas pēc pasūtījuma, kā arī no dalības starptautiskos pētniecības projektos.

Ar šo pilotlīniju klientiem (uzņēmumiem, pētniecības iestādēm, u.c.) tiks piedāvāts ražot polimēru fotonu pusvadītājus mazos apjomos, kas ļaus saprast potenciālo ražošanas plānu veidojot ražotni liela apjoma ražošanai. Ražošana tiks plānota vienas maiņas ietvaros, pieņemot, ka viena pusvadītāja ražošanai vidēji tiks patērēta 21 stunda, līdz ar to sasniedzot potenciālo ražošanas kapacitāti 101 pusvadītājs gadā. Vidējā cena par viena pusvadītāja ražošanu ir plānota EUR 19,118, kas tika rēķināta balstoties uz salīdzināmiem piedāvājumiem no uzņēmumiem un pētniecības iestādēm - Lonix, Smart Photonics, Fraunhofer HHI un TU/Eindhoven. Vidējā ražošanas līnijas noslodze 2027. gadā ir plānota 50.0% apmērā no maksimālās kapacitātes. Nākošajā gadā tai sasniedzot 70.0%, 2029. gadā 80.0% un turpmākajos gados 95.0% no maksimālās kapacitātes.

Ar šo ražošanas pilotlīniju, pētnieki arī spēs piedalīties augstāka līmeņa pētniecības projektos, tādos kā Horizon. Plānots, ka pēc pilotlīnijas ieviešanas, pētnieki spēs vidēji gadā piedalīties 2 šādos projektos, no katra pētījuma vidēji ieņēmumos saņemot EUR 200,000. Pieņemts, ka sākot ar 2032. gadu, pētnieki spēs piedalīties jau trīs šādos projektos.

Līdzīgi kā testēšanas laboratorijā, arī šeit pētnieki potenciāli varēs izstrādāt jaunus pusvadītāju dizainus klientiem projektu ietvaros. Arī šajā gadījumā ieņēmumi no šī nav prognozēti dēļ plašas ieņēmumu amplitūdas un grūti prognozējamiem pasūtījumu apjomiem.

Atbalsta funkcijas un citas starp projektiem nedalāmas izmaksas

Atbalsta funkciju darbaspēka izmaksas

Lai nodrošinātu testēšanas laboratorijas un ražošanas pilotlīnijas darbību, abiem virzieniem ir nepieciešams atbalsta personāls, kurš koncentrēsies uz ikdienas darbu plānošanu, administratīvā un saimnieciskā darba veikšanu.

Saimnieciskajai darbībai būs nepieciešami divi augstākā līmeņa vadītāji – direktors un saimnieciskā darba vadītājs. Direktoram jābūt ar pieredzi pusvadītāju jomā, taču saimnieciskā darba vadītājam jābūt ar pieredzi tīrtelpu uzturēšanā. Šāda līmeņa vadītājiem mēneša bruto atalgojums ir plānots EUR 4,370.

Direktoram ir plānoti divi vietnieki – viens, kurš strādās ar testēšanas laboratoriju, un otrs, kurš strādās ar ražošanas pilotlīniju. Plānots, ka ražošanas pilotlīnijas vietnieks tiks pieņemts darbā tikai sākot no 2027. gada. Šāda līmeņa speciālistiem bruto atalgojums ir plānots EUR 2,770 mēnesī.

Katram novirzieniem būs nepieciešams arī klientu attiecību vadītājs, kurš pārstāvēs universitātes un atbalstīs zinātniekus klientu piesaistē. Klientu attiecību vadītājs ražošanas pilotlīnijai tiks piesaistīts sākot ar 2027. gadu. Bruto atalgojums šāda līmeņa vadītājiem ir plānots EUR 2,770 mēnesī.

Saimnieciskā darba vadītājam ir nepieciešams asistents, kurš sāks darbu testēšanas laboratorijas pielāgotajās telpās un pēc tam turpinās jaunajā ēkā. Sākot ar 2027. gada, telpām paplašinoties un pilotlīnijai uzsākot darbu, būs nepieciešams arī otrs saimnieciskā darba vadītāja asistents. Šai pozīcijai bruto atalgojums ir plānots EUR 2,770 mēnesī.

Ofisa darba nodrošināšanai tiks piesaistīts arī biroja vadītājs ar bruto mēneša atalgojumu EUR 2,770.

Universitātes saistībā ar testēšanas laboratorijas un ražošanas pilotlīnijas izveidi plāno izveidot vairākus mācību kursus esošo programmu ietvaros, līdz ar to būs nepieciešami arī izglītības studiju kursu darba vadītāji. Viens no tiem darbu uzsāks 2025. gadā, taču otrs 2027. gadā, kad tiks atklāta ražošanas pilotlīnija. Bruto atalgojums šiem vadītājiem plānots EUR 2,770 mēnesī. Studiju programmu vadītājiem katram arī plānots asistents ar bruto atalgojumu EUR 1,453 mēnesī.

Līdz ar jaunās ēkas nodošanu ekspluatācijā, ir plānots uzsākt darba attiecības ar diviem saimnieciskā darba speciālistiem, ar mēneša bruto atalgojumu EUR 1,453.

Citas starp projektiem nedalāmas izmaksas

Iekārtu darbība ir gana energointensīva, līdz ar to aprēķinos tiek paredzēti maksājumi par komunālajiem pakalpojumiem. Atsaucoties uz pusvadītāju ražošanas energo resursu patēriņu 2.18 kWh uz m² [Power consumption of semiconductor fabs in Taiwan, Avots: [https://doi.org/10.1016/S0360-5442\(03\)00008-2](https://doi.org/10.1016/S0360-5442(03)00008-2), <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544203000082>] šajā gadījumā tiek pieņemts divas reizes mazāks patēriņš jeb 1.09 kWh uz m², jo šajā gadījumā izmantotās

iekārtas ir ar būtiski mazāku ražību. Tiek pieņemts, ka vidējā energo resursu cena šajā periodā būs EUR 100 par MWh.

Telpu uzturēšanai paredzētie izdevumi 2025. un 2026. gadā ir pieņemti EUR 24,000 gadā, pēc jauno telpu izbūves pieaugot līdz EUR 120,000 gadā.

Tīrtelpu apmeklējumam un laboratorijas darbības nodrošināšanai ir nepieciešami palīgmateriāli, kuru kopējie izdevumi testēšanas laboratorijai 2025. un 2026. gadā sastādīs EUR 2,000 mēnesī, taču pēc jaunā ēkas uzbūvēšanas šo materiālu izdevumi sastādīs EUR 10,000 mēnesī.

FNPV(K) un FRR(K) aprēķins

FNPV(K) ir finansiālā neto pašreizējā vērtība (kapitāla) jeb finansiālais kapitāla neto tagadnes ienesīgums. Šis rādītājs ir diskontēto naudas plūsmu, kas rodas projekta īstenotājam, realizējot projektu, kopsumma.

Projekts ir izdevīgs projekta īstenotājam tādā gadījumā, ja FNPV(K) rādītājs ir pozitīvs – t.i. diskontētās ienākošās naudas plūsmas pārsniedz izejošās. Ja FNPV(K) rādītājs ir negatīvs, tas nozīmē, ka investīciju ieguldījumi un investīciju uzturēšanas izmaksas pārsniedz projekta finanšu ieņēmumus.

FRR(K) apzīmē finansiālo rentabilitāti pašu kapitālam. Rādītājs ir diskonta likme, pie kuras FNPV(K) ir nulle, t.i. projekta kopējā diskontētā ienākošā naudas plūsma ir vienāda ar projekta kopējo diskontēto izejošo naudas plūsmu.

Rādītāju aprēķinā netiek ņemti vērā projekta finansēšanas avoti un to struktūra. Tabulā zemāk ir atspoguļota projekta finansiālā rentabilitāte pašu kapitālam:

Tabula 3.9 Projekta ienesīgums, neņemot vērā sociālekonomiskos ieguvumus

Rādītāja nosaukums	Vērtība
Finansiālais kapitāla neto tagadnes ienesīgums (FNPVk)	-22,186,749 EUR
Finanšu iekšējā kapitāla peļņas norma (FRRk)	-10.32%

Kopsavilkums par aprēķiniem ir pieejams 4. pielikumā.

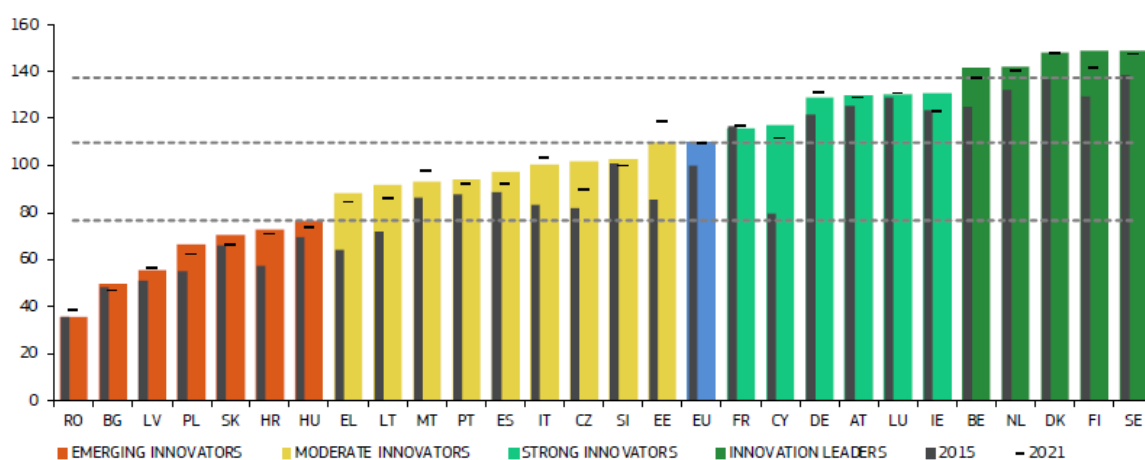
Ņemot vērā projekta stratēģisko mērķi, šis projekts ir jāskata kopā ar tā ietekmi uz ekonomiku, kā arī jāņem vērā kvalitatīvie sociālekonomiskie ieguvumi un zaudējumi. Tie iekļauj arī nacionālās drošības stiprināšanu un ārējo tiešo ieguldījumu pieaugumu, kuru ietekme uz ekonomiku netika kvantificēta.

3.5. Attīstībai nepieciešamo atbalsta instrumentu izmaksu priekšlikumu izstrāde

Balstoties uz 3.4. nodaļas rezultātiem, tika izstrādāti pusvadītāju jomas attīstībai nepieciešamo atbalsta instrumentu izmaksu pamatoti priekšlikumi. Lai izstrādātu pusvadītāju jomas attīstībai nepieciešamo atbalsta instrumentu izmaksu pamatotus priekšlikumus, sākotnēji tika apskatītas (TOP 5 Innovation scoreboard reģioni/valstis), tālāk tika identificēti esošie atbalsta instrumenti Latvijā, kā arī citās attīstītās ES dalībvalstīs. Apzinoties esošos finanšu instrumentus, tie tika analizēti pēc faktoriem, kā instrumenta pieejamība, finanšu apjoms, instrumenta noteikumi, plānotais sasniegtais rezultāts, kas tika salīdzināts nosakot labāko praksi Latvijai, kā arī izstrādājot priekšlikumus Latvijas situācijai, nosakot nepieciešamo atbalsta instrumentus, to pamatotas izmaksas.

3.5.1. Valsts, reģionu (NUTS 2 līmenis) atbalsta instrumentu salīdzinājums.

Tika salīdzināti gan valsts, gan reģionu (NUTS 2 līmenis) atbalsta instrumenti, ieskaitot atbalsta instrumentu pārvaldību, izmaksu struktūru. Identificējot esošos atbalsta instrumentus tika salīdzināti esošie instrumenti, to atbalsta tvērums ar identificētām vajadzībām balstoties uz stratēģiju un rīcības plānu, ka arī balstoties uz 2.3.4.punktu tika izstrādāts pusvadītāju jomas attīstībai nepieciešamo atbalsta instrumentu izmaksu pamatots priekšlikums nosakot nepieciešamos atbalsta instrumentu apjomus, atbalsta virzienus, aktivitātes Latvijas kontekstā. Pētījuma ietvaros tika izmantota virkne datu griezumu un informācijas avotu, lai sniegtu iespējami objektīvu skatījumu uz pētījumā apskatīto valstu ekonomisko situāciju, Eiropas Savienības fondu u.c. finanšu instrumentu apguvi, valsts atbalstu zinātnei un inovācijām, kā arī sniegtu ieskatu dažādos pozitīvās prakses piemēros, kas saistīti ar pusvadītāju nozari plašākā Eiropas Savienības kontekstā. Detalizēta informācija par TOP Eiropas savienības Valstīm, skatīt Pielikums Nr. 8: ES fondu apskats.



Attēls 3.2 Eiropas Savienības inovāciju reitinga dati par 2022, avots: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard_en

Pētījumā tika apskatīts Atveseļošanās un noturības mehānismu (ANM) ziņojumi, apskatot finanšu apmēru katrai valstij atvēlēts piešķirt mehānisma ietvaros, balstoties uz 2021. gada 12. februāra Eiropas Parlamenta un Eiropas Komisijas Regulu Nr. 2021/241. Katrai no valstīm, ANM ietvaros, bija iespēja saņemt finansiālu atbalstu šādām jomām:

- 1) Zaļā pāreja (*Green transition*);
- 2) Gudra, ilgtspējīga un iekļaujoša izaugsme (*Smart, sustainable and inclusive growth*);
- 3) Sabiedrības un teritoriālā kohēzija (*Social and territorial cohesion*);
- 4) Veselības un ekonomikas, sabiedrības un institucionālā noturība (*Health and economic, social and institutional resilience*);
- 5) Digitālā transformācija (*Digital transformation*);
- 6) Nākamās paaudzes politikas veidošana (*Policies for the next generation*).

3.5.2. Valsts, reģionu labo prakšu salīdzinājums.

Tika izpētītas TOP Scoreboiard valstis un to aktivitātes pusvadītāju un to saistītajos virzienos, tika identificēti labie prakses piemēri ES dalībvalstīs, skatoties no finanšu piesaistes pusvadītāju jomas attīstībai. Tā piemēram tika izpētīts Eiropas Savienības 2023. gada 21. septembra “[European Chips Act](#)” (ECA), kas nosaka kā tieši plānots pusvadītāju virzienu attīstīt un veicināt pusvadītāju un čipu ražošanu un tālāku izpēti gan ražošanas, gan pētniecības, gan tālākas attīstības veicināšanai. “Chips for Europe Initiative” kā ietvaros plānots veicināt

Eiropas tehnoloģisko līderību caur zināšanu pārneses aktivitātēm, pārvarot šķēršļus starp izpēti un inovāciju darbībām un industriālajām vajadzībām. Plānots, ka pirmajā pīlārā tiks paredzēts atbalsts 3,3 miljardu EUR apmērā. Otrais pīlārs ir veidots ar mērķi veicināt privāto un publisko ieguldījumu ražošanā piesaisti. Eiropas Komisija noteikusi, ka valsts atbalstu var piešķirt pirmreizējiem panākumiem saskaņā ar Līgumu par Eiropas Savienības darbību. Trešais pīlārs ir veidots kā koordinācijas mehānisms starp Eiropas Komisiju un ES dalībvalstīm, lai veicinātu sadarbību starp dalībvalstīm un uzraudzību pusvadītāju piegādi, noteiktu pieprasījumu pēc tiem un paredzētu kā pusvadītāju, tā detaļu pusvadītāju ražošanā trūkumu. Vairāk var uzzināt šeit – (Digital sovereignty: European Chips Act enters into force today - https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_4518).

- Papildu, Eiropas Komisija 2023. gada jūnijā apstiprināja, ka 8,1 miljardi EUR tiks virzīti dalībvalstu atbalstam, lai veicinātu Eiropā ražotu pusvadītāju attīstību. Kopumā 56 uzņēmumi no 14 dalībvalstīm varēs pieteikties uz finansējumu 68 projektu realizēšanā. Šīs 14 dalībvalstis ir Austrija, Čehija, Somija, Francija, Vācija, Grieķija, Īrija, Malta, Nīderlande, Polija, Rumānija, Slovākija un Spānija. EK norāda, ka tā cer uz privātajiem ieguldījumiem pusvadītāju jomā 13,7 miljardu EUR līdz 2032. gadam. Vairāk var uzzināt šeit – (Brussels approves €8 billion in new subsidies for Made In Europe semiconductors - <https://www.euronews.com/business/2023/06/08/brussels-approves-8-billion-in-new-subsidies-for-made-in-europe-semiconductors>).
- Tomēr neraugoties uz to, ka gan ES līmeņa atbalsts, gan arī dalībvalstu līmeņa atbalsts (īpaši lielajās ES dalībvalstīs) ir ievērojams un tas mērojams miljardos EUR, ne vienmēr izdodas veiksmīgi ieviest plānotos pasākumus. Par to liecina Spānijas valdības piemērs no 2022. gada vasaras, kad tika publicēts ziņojums, ka valdības plānoto 12 miljardu USD atbalstu neizdodas veiksmīgi realizēt, jo uzņēmumi labprātāk izvēlas veicināt un attīstīt pusvadītāju ražošanu tādās valstīs kā Vācija, kur jau ir visa nepieciešamā infrastruktūra šajā jomā. Vairāk var uzzināt šeit – (Spain Short on Takers for \$12 Billion in Semiconductor Subsidies - <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-08-02/spain-short-on-takers-for-12-billion-in-semiconductor-subsidies?srnd=economics-vp>).
- Savukārt, raugoties no Vācijas skatupunkta, pusvadītāju attīstība tiek veicināta ļoti strauji un tā ir veiksmīgi spējusi piesaistīt interesi gan no Eiropas Savienībā bāzētiem uzņēmumiem, gan no uzņēmumiem, kas bāzēti ārpus Eiropas kontinenta. Kā pausts “Financial Times” 2023. gada 12. maija publikācijā, Vācijas valdība ir veiksmīgi piesaistījusi tādu uzņēmumu kā “Intel”, “Wolfspeed” un “Infenion” ieguldījumus pusvadītāju jomā tieši Vācijā, uzņēmumiem un valdībai rodot iespēju vienoties par jaunu pusvadītāju rūpnīcu izbūvi. Papildu tam, pastāv iespēja, ka pasaules vadošais pusvadītāju ražotājs “TSMC” no Taivānas, drīz pievienosies trīs iepriekšminētajiem uzņēmumiem. Vairāk var uzzināt šeit – (Germany’s new chip factories: a bet on the future or waste of money? - <https://www.ft.com/content/512fda84-4317-4cca-951c-b80b58f4b530>).
- Pārejot no ES un dalībvalstu prizmas uz konkrētu uzņēmumu prizmu, ir jāsāk ar 2022. gada pavasarī izskanējušo informāciju, ka “Intel” izvēlējās Vāciju kā vietu, kur veidot un attīstīt pusvadītāju ražošanu, sperot pirmos soļus plānoto 88 miljardu EUR ieguldījumos šajā jomā ES. Šis plāns ir jaunākais lielā pusvadītāju ražotāja paziņojums par investīcijām, nozarei cenšoties panākt pieaugošo pieprasījumu pēc pusvadītājiem, ko izmanto it visā, sākot no viedtālruniem un beidzot ar automašīnām. Lai gan tas nebūs ātrs risinājums, jo jaunās Vācijā bāzētās rūpnīcas darboties nesāks līdz 2027. gadam. Sākotnējais “Intel” ieguldījums ES ir 33 miljardu EUR apmērā no kā 17 miljardus EUR ir plānots ieguldīt tieši Vācijā. Uzņēmums plāno būvēt divas rūpnīcas Vācijas pilsētā Magdeburgā, tādējādi, radot 7000 būvniecības darbavietu un 3000 pastāvīgo darbavietu

rūpnīcās, kad tās būs pabeigtas. Papildu šiem ieguldījumiem, “Intel” tuvāko 10 gadu laikā plāno ieguldīt gan Magdeburgas ražotnes attīstībā, gan projektos Itālijā un Francijā. Tāpat, plānots ieguldīt 12 miljardus EUR Īrijā, kā arī vēl neatklātu summu Polijā ar mērķi attīstīt laboratoriju veiktspēju un veidot kopīgas laboratorijas ar Barselonas superdatoru centru. Vairāk var uzzināt šeit – (Germany wins big as Intel spreads chip investment across six EU countries - <https://www.reuters.com/technology/germany-wins-big-intel-spreads-chip-investment-across-six-eu-countries-2022-03-15/>).

- Savukārt uzņēmumi “STMicroelectronics” un “GlobalFoundries (GFS.O)” 2022. gada jūlijā nāca klajā ar paziņojumi, ka tiek plānots ieguldīt 5,7 miljardus EUR no nepieciešamajiem 6,7 miljardiem EUR, lai uzbūvētu pusvadītāju rūpnīcu Francijā. Šī rūpnīca tiks veidota Krollē blakus jau esošai “STM” rūpnīcai un plānots, ka pilno jaudu tā sasniegs 2026. gadā, kad tā varēs ražot līdz pat 620 000 pusvadītāju detaļu 18 nanometru lielumā uz silīcija pamatnēm. Vairāk var uzzināt šeit – (STMicro, GlobalFoundries plan new \$5.7 billion French chip factory - <https://www.reuters.com/technology/stmicroelectronics-globalfoundries-confirm-major-new-france-investment-2022-07-11/>).
- “STMicroelectronics” neaprobežojas ar ieguldījumiem tikai Francijā, jo 2022. gada oktobrī tika ziņots, ka uzņēmums ieguldīs 730 miljonu EUR Itālijā, lai uzbūvētu rūpnīcu, kur tiks ražotas silikona karbīta detaļas pusvadītājiem. Piecu gadu investīcijas, kas noslēgsies 2026. gadā, tiks atbalstītas ar 292,5 miljoniem EUR no Itālijas valsts līdzekļiem valsts atveseļošanas un noturības plāna ietvaros, un dotāciju apstiprinās Eiropas Komisija. Vairāk var uzzināt šeit – (Boosting EU chip supplies, STMicroelectronics plans new plant in Italy - <https://www.reuters.com/technology/stmicroelectronics-wins-european-commission-backing-italy-plant-2022-10-05/>).
- Arī Vācijas uzņēmums “Bosch” aktīvi iesaistās pusvadītāju nozares attīstībā Eiropas Savienībā, konkrēti, plānojot ieguldīt līdz pat 3 miljardiem EUR laika posmā līdz 2026. gadam pusvadītāju nozares attīstībā. Uzņēmums plāno attīstīt divus ražošanas un attīstības centrus Drēzdenē un Reitlingenē, tādējādi papildinot esošo ražošanas platību par 3000 kvadrātmetriem. Taču šāds ieguldījums neaprobežojas tikai ar telpu paplašināšanu, bet arī ar piedāvājuma klāsta paplašināšanu, ieguldot finanses, lai attīstību autobūves industrijā nepieciešamo pusvadītāju ražošanā, attīstot 40 un 20 nanometru lielu pusvadītāju ražošanā. Vairāk var uzzināt šeit – (Bosch to pour \$3 billion into European chip fabs and research - https://www.theregister.com/2022/07/14/bosch_to_invest_3_billion/).
- Papildu tam, Itālijā savu darbību plāno izvērst jau augstākminētais “Intel”, kas paredzējuši ieguldīt 4,5 miljardus EUR, lai uzbūvētu pusvadītāju rūpnīcu Itālijā, kas radītu līdz pat 6000 darbavietām tiešā un netiešā saistībā ar rūpnīcas darbību. Plānots, ka rūpnīca savu darbu sāks laika posmā no 2025. gada līdz 2027. gadam. Ir paredzēts, ka šī rūpnīca atradīsies netālu no Veronas, kas atrodas tādā vietā, kas ir labi savienota ar Vācijas pilsētu Magdeburgu, kur “Intel” jau veic ieguldījumus pusvadītāju rūpnīcu attīstībā. Ir neapstiprinātas ziņas par to, ka Itālijas valdība varētu līdzfinansēt līdz pat 40% no “Intel” kopējā ieguldījumu apjoma Itālijā. Vairāk var uzzināt šeit – (Exclusive: Italy and Intel pick Veneto as preferred region for new chip plant - <https://www.reuters.com/technology/exclusive-italy-intel-pick-veneto-preferred-region-new-chip-plant-sources-2022-09-25/>)
- 2023. gada sākumā tika publiskots, ka ASV pusvadītāju ražotājs “WolfSpeed” plāno uzbūvēt ražotni Vācijā, procesā ieguldot līdz 3 miljardiem EUR. Šāda rūpnīca un laboratoriju komplekss tiks būvēts sadarbībā ar auto industrijas pārstāvjiem “ZF.ULL”,

kuri ieguldīs 185 miljonus EUR, gūstot gan daļu no pusvadītāju rūpnīcas, gan uzņemoties vadošo lomu laboratoriju un izpētes centrā. Paredzēts, ka rūpnīca atradīsies Sārlandē un tās aktīvais darbs sāksies 2027. gadā. Vairāk var uzzināt šeit – (Wolfspeed to build \$3-bln EV chip plant in Germany, subsidy approval expected in months - <https://www.reuters.com/technology/wolfspeed-announce-new-electric-vehicle-chip-plant-germany-sources-2023-02-01/>).

- Savukārt, 2023. gada februāra vidū izskanēja informācija, ka “Infineon” uzsākuši darbu pie 5 miljardu EUR vērtas pusvadītāju rūpnīcas izbūves. Rūpnīca atradīsies Drēzdenē un ir plānots, ka pusvadītāju ražošana šajā rūpnīcā sāksies 2026. gadā. Ar pilnu jaudu rūpnīca, kas ražos jaudas pusvadītājus un analogo/jaukto signālu komponentus, gūs ikgadējos ieņēmumus aptuveni tikpat daudz kā investīcijas, kas tiek ieguldītas tās izveidē, norādīja uzņēmums. Vairāk var uzzināt šeit – (Infineon to begin work on 5 bln euro chip plant in Germany - <https://www.reuters.com/technology/infineon-begin-work-5-bln-euro-chip-plant-germany-2023-02-16/>).
- Tajā pat laikā, 2023. gada jūnijā izskanēja informācija, ka pasaulē vadošais pusvadītāju ražotājs “TSMC” no Taivānas veic pārrunas ar Vācijas valdību par iespēju ieguldīt iespaidīgu apmēru ar finansējumu, lai varētu uzbūvēt un attīstīt pusvadītāju ražošanu Vācijā un Eiropas Savienībā kopumā. Līdz šim, “TSMC” ir plānojuši uzbūvēt rūpnīcu Drēzdenē, bet darbs pie tās vēl nav sāksis, jo turpinās pārrunas ar Vācijas valdību. Vairāk var uzzināt šeit – (TSMC feels 'good' about possible Germany plant, in subsidy talks - <https://www.reuters.com/technology/tsmc-feeling-good-about-possible-germany-plant-talks-subsidies-2023-06-06/>).
- Paralēli “TSMC” paziņojumam par vēlmi ieguldīt Vācijā, lai attīstītu pusvadītāju ražošanu, cits uzņēmums – “Intel” – paziņoja, ka plāno ieguldīt līdz pat 4,6 miljardiem EUR Polijā, lai uzbūvētu un attīstītu pusvadītāju ražošanu Vroclavā. Plānots, ka Polijas rūpnīcā darbavietas radīts vairāk kā 2000 tiešie darbinieki rūpnīcā un vairāki tūkstoši ar to saistītās darbavietās. Ir paredzēts, ka rūpnīca darbību sāks 2027. Gadā. Vairāk var uzzināt šeit – (Intel to invest \$4.6 billion in new chip plant in Poland - <https://www.reuters.com/technology/intel-invest-46-bln-new-chip-plant-poland-2023-06-16/>).
- Atgriežoties Eiropas Savienības un Eiropas Komisijas darbības līmenī un kontekstā, jāatzīmē, ka pusvadītāju izpētē un attīstībā caur “Digital Europe” un “Horizon Europe” ir paredzēti līdz pat 15 miljardiem EUR. Šāda gatavība veikt ieguldījumus tiek augsti novērtēta no Eiropā bāzētiem pusvadītāju ražošanas uzņēmumiem, kas saskan ar Eiropas Komisijas vēlmi izmantot mērķtiecīgu attīstības finansējumu, lai radītu progresīvākas tehnoloģijas, kas līdzīgas jau izstrādātajām EUV litogrāfijas iekārtām. Vairāk var uzzināt šeit – (The European Chips Act: A Vital Step In the Right Direction - <https://www.wilsoncenter.org/article/european-chips-act-vital-step-right-direction>).
- “Bosch” turpina ieguldīties pusvadītāju nozares attīstībā ne tikai veicot tiešas finanšu investīcijas, bet arī veidojot un veicinot sadarbību ar pasaules vadošajām augstskolām. Tā, piemēram, 2023. gada jūlijā publicēta informācija, ka “Bosch” un Kembridžas universitāte vienojušās par to, ka tiks attīstītas jaunas jaudas pusvadītāju sastāvdaļas, kas pielāgotas elektrisko transportlīdzekļu prasībām. Partneru kopējais mērķis ir radīt nākamās paaudzes, vai pat paaudzi pēc nākamās, jaudas tranzistoru, kam būs izšķiroša nozīme elektrisko transportlīdzekļu veiktspējā, efektivitātē un diapazonā. Vairāk var uzzināt šeit – (Bosch and Cambridge develop new power semiconductors for electric vehicles - <https://www.bosch.com/research/news/cooperation-with-the-university-of-cambridge/>).
- Viens no Skandināvijas pusvadītāju flagmaņiem – Somija – atbalsta un attīsta uzņēmumus šajā nozarē, kas rezultējas ar panākumiem kā Somijā, tā plašāk Eiropas

Savienības līmenī. Tā, piemēram, Eiropas Inovāciju Padome (EIC) 2023. gada jūnijā piešķīra 2,5 miljonu EUR grantu uzņēmumam “SemiQon”, kas kopā ar “Qblox” ir vadošais silikona kvantu procesu vadošais qubit kontroles mehānismu piegādātājs. Šis projekts tiks realizēts divās vietās – Espo (Somijā) un Delft (Nīderlandē). Vairāk var uzzināt šeit – (SemiQon and Qblox secure €2.5 million EIC Transition funding - <https://www.semiqon.tech/news-insights/semi-qon-and-qblox-secure-eur-2-5-million-eic-transition-funding>).

3.5.3. Pusvadītāju jomas attīstībai nepieciešamo atbalsta instrumentu izmaksu pamatoti priekšlikumi.

Balstoties uz pētījuma nodaļu 3.2. "Detalizētas stratēģijas un rīcības plāna izstrāde" un 3.3. "Latvijas ekonomiskos un konkurētspējas ieguvumu prognozes" tika identificētas izmaksu pozīcijas, attīstības darbības un vajadzības Latvijas kontekstā, uz kā bāzes tika izstrādāts pusvadītāju jomas attīstībai nepieciešamo atbalsta instrumentu izmaksu pamatoti priekšlikumi, sākotnēji balstoties uz izmaksu vajadzībā analizējot atbalsta instrumentus (ES fondi, valsts atbalsts, citas investīcijas), kas atbilst noteiktajām vajadzībām.

Tabula 3.10 Plānotās projekta darbības, ieguldītā kapitāla izmaksas

Projekta darbības izmaksas	Plānotās izmaksa 10 gadu laikā
Zinātnieku darbaspēka izmaksas	2 292 070,00 €
Inženieru darbaspēka izmaksas	5 368 053,00 €
Speciālistu darbaspēka izmaksas	2 574 627,00 €
Atbalsta funkciju darbaspēka izmaksas	4 525 742,00 €
Iekārtu uzturēšana un remonts	2 000 000,00 €
Programmatūras nodrošinājums	1 800 000,00 €
Telpu uzturēšana	552 344,00 €
Komunālie maksājumi	138 086,00 €
Kopā 10 gadu periodā	19 250 922,00 €
Projektā ieguldītais kapitāls	Plānotās izmaksas 10 gadu laikā
Ieguldījumi telpu iegādei	200 000,00 €
Ieguldījumi tirtelpu pielāgošanai	2 000 000,00 €
Ieguldījumi iekārtās	17 000 000,00 €
Kopā 10 gadu periodā	19 200 000,00 €

Tika izpētītas ES fondu programmas kā "Apvārsnis Eiropa", "Digitālā Eiropa", "Life +", Interreg un citas galvenās ES fondu programmas, kas sniedz atbalstu kādā no 3.8. tabulā norādītam izmaksu pozīcijām, vai atbalsta pusvadītāju tēmu kopumā. Pirmkārt, raugoties uz programmu “**Apvārsnis Eiropa**” kopumā, jāsaprot, ka nākamajos 2 gados kā daļa no plašākas septiņu gadu ES pētniecības un inovāciju programmas 95,5 mljrd. EUR apmērā. Plānots, ka darba programma 2023.–2024. veicinās ES klimata mērķu sasniegšanu, enerģijas noturības palielināšanu un galveno digitālo tehnoloģiju attīstību. Ar aptuveni 13,5 mljrd. EUR budžetu tas ļaus pētniekiem un inovatoriem Eiropā meklēt revolucionārus risinājumus nozīmīgajām vides, enerģētikas, digitālajām un ģeopolitiskajām problēmām, ar kurām šodien saskaras mūsu ekonomika un sabiedrība. Lai nodrošinātu struktūru, kas ļauj sasniegt šos ļoti vērienīgos mērķus, darba programma "Apvārsnis Eiropa 2023" ir sadalīta 4 pīlāros:

- 1. pīlārs: izcilas zinātnes pīlārs ar aptuveni 4,8 mljrd. EUR, kas piešķirti 2023./2024.
- 2. pīlārs: globālie izaicinājumi un Eiropas rūpniecības konkurētspējas pīlārs, kurā 2023./2024. gadam ir piešķirti aptuveni EUR 7,7 mljrd. EUR (ieskaitot ES misiju programmu).
- 3. pīlārs: Inovatīvas Eiropas pīlārs, kurā 2023./2024. gadam ir piešķirti aptuveni EUR 1,3 mljrd. EUR
- Horizontālais pīlārs: līdzdalības paplašināšana un Eiropas Pētniecības telpas (ERA) stiprināšana, kuras mērķis ir palielināt atbalstu ES dalībvalstīm to centienos maksimāli izmantot savu valsts pētniecības un inovācijas potenciālu, veicinot ciešāku sadarbību un izplatot izcilību.

Otrkārt, INTERREG programma Baltijas jūras reģionam 2021-2027 PP balstās uz četrām galvenajām prioritātēm:

- Inovatīva sabiedrība
- Ūdens tehnoloģijās gudra sabiedrība
- Klimatam neitrāla sabiedrība
- Sadarbības pārvaldība

Zem 1. pīlārs: izcilas zinātnes pīlārs darbojas Marijas Sklodovskas-Kirī vārdā nosauktās darbības finansē izcilu pētniecību un inovācijas un nodrošina pētniekus visos viņu karjeras posmos ar jaunām zināšanām un prasmēm, izmantojot pārrobežu mobilitāti un saskarsmi ar dažādām nozarēm un disciplīnām. MSCA palīdz veidot Eiropas pētniecības un inovācijas kapacitāti, ieguldot izcilu pētnieku ilgtermiņa karjerā. MSCA arī finansē izcilu doktorantūras un pēcdoktorantūras apmācības programmu un sadarbības pētniecības projektu izstrādi visā pasaulē. Šādi rīkojoties, tie panāk strukturējošu ietekmi uz augstākās izglītības iestādēm, pētniecības centriem un neakadēmiskām organizācijām. MSCA veicina izcilību un nosaka standartus augstas kvalitātes pētnieku izglītībai un apmācībai saskaņā ar Eiropas Pētnieku hartu un Rīcības kodeksu par pētnieku pieņemšanu darbā.

Eiropas Inovācijas padome (EIP) ((European Innovation Council (EIC)) ir izveidota ES programmas "Apvārsnis Eiropa" ietvaros. Tās budžets ir 10,1 miljards eiro, lai atbalstītu revolucionāras inovācijas visā tās dzīves ciklā, sākot no agrīnā posma pētniecībā līdz koncepcijas pierādīšanai, tehnoloģiju nodošanai un jaunuzņēmumu un MVU finansēšanai un paplašināšanai. Lielāko daļu finansējuma piešķirs atklātos konkursos bez iepriekš noteiktām tematiskām prioritātēm (Open Funding). Atvērtais finansējums ir paredzēts, lai sniegtu atbalstu jebkurām tehnoloģijām un jauninājumiem, kas attiecas uz dažādām zinātnes, tehnoloģiju, nozaru un lietojumu jomām vai pārstāv jaunas kombinācijas.

- EIC Transition finansē novatoriskas darbības, kas pārsniedz principu eksperimentālo pierādīšanu laboratorijā, lai atbalstītu abus: jaunās tehnoloģijas nobriešana un apstiprināšana laboratorijā un atbilstošās lietojumprogrammu vidēs biznesa modeļa un (biznesa) modeļa izstrāde inovācijas turpmākai komercializācijai.
- Programma Pathfinder EIC atbalsta drosmīgu ideju izpēti radikāli jaunām tehnoloģijām. Tā atzinīgi vērtē augsta riska / lielu peļņu un starpdisciplināru progresīvu sadarbību zinātnē, kas ir tehnoloģisko sasniegumu pamatā. Pathfinder pārsniedz to, kas jau ir zināms. Vizionāra domāšana var pavērt daudzsološus ceļus uz jaudīgām jaunām tehnoloģijām. Pretendenti, kas piedalās EIC Pathfinder projektos, parasti ir tālredzīgi zinātnieki un uzņēmēji pētnieki no universitātēm, pētniecības organizācijām, jaunizveidotiem uzņēmumiem, augsto tehnoloģiju MVU vai rūpniecībā ieinteresētajām personām, kuras ir ieinteresētas tehnoloģiskajā pētniecībā un inovācijās.

- EIC Accelerator ir Horizon Europe finansēšanas programma, kas piedāvā atbalstu jaunuzņēmumiem un MVU, kas: ir inovatīvs, spēli mainošs produkts, pakalpojums vai uzņēmējdarbības modelis, kas varētu radīt jaunus tirgus vai izjaukt esošos Eiropā un pat visā pasaulē, ir ambīcijas un apņemšanās paplašināties, meklē ievērojamu finansējumu, taču ar to saistītie riski ir pārāk augsti.

Eiropas Tehnoloģiju institūts, kura programma ir ļoti plaša un izteikti atbilst virzienam, kurā plāno izvērst darbību Latvijas pusvadītāju nozares pārstāvji. Jau tagad ir neskaitāmi piemēri, kā ar finansējuma shēmu Latvijā tiek realizēti produktīvi un atzinīgi vērtēti projekti, kas ir finansēti no Eiropas Tehnoloģiju institūta. Kopumā, pētījuma autori vēlas izcelt trīs darbības virzienus, kas pusvadītāju nozares pārstāvjiem varētu būt saistoši:

- Deep Tech Talent Initiative – <https://eit.europa.eu/our-activities/deep-tech-talent-initiative>
- Inovācijas – <https://eit.europa.eu/activities/innovation-how-our-model-drives-innovation>
- EIT reģionālā inovāciju shēma – <https://eit.europa.eu/activities/eit-regional-innovation-scheme-ris-closing-innovation-divide-europe>

LIFE programma, kas aptver četrus galvenos virzienus – daba un bioloģiskā daudzveidība, aprītes ekonomika un dzīves kvalitāte, klimata pārmaiņu mazināšana un pielāgošanās un pāreja uz tīru enerģiju. Kopējais LIFE programmai piešķirtā finansējuma apjoms ir 5,4 mljrd. EUR 2021.-2027.gadam. Šīs programmas ietvaros ir arī daudzas iniciatīvas, kas saistītas ar iepriekš minētajām aktuālajām jomām. Dažas no šīm iniciatīvām ir, piemēram, “BUILD UP Skills”, kuras mērķis ir celt būvniecības profesionāļu prasmes. Vai “BUILD UP”, kura galvenā darba kārtība ir izveidot Eiropas portālu ēku energoefektivitātei. Pētījuma autori gan vēlas norādīt, ka 2024. gadam Vairāk par LIFE programmu var uzzināt šeit – (LIFE Programme - https://cinea.ec.europa.eu/programmes/life_en).

Digitālā Eiropa, kas ir jauna ES finansējuma programma, kas vērsta uz digitālo tehnoloģiju ieviešanu uzņēmumiem, iedzīvotājiem un valsts pārvaldes iestādēm. Programma Digitālā Eiropa nodrošinās stratēģisku finansējumu, lai risinātu šīs problēmas, atbalstot projektus piecās galvenajās jaudas jomās: superskaitļošanas, mākslīgā intelekta, kibernetikas, progresīvu digitālo prasmju jomā un nodrošinot plašu digitālo tehnoloģiju izmantošanu visā ekonomikā un sabiedrībā, tostarp izmantojot digitālo tehnoloģiju. Inovāciju centri. Ar 2021.–2027. gadam plānoto kopējo budžetu 7,5 mljrd. EUR apmērā, programmas mērķis ir paātrināt ekonomikas atveseļošanu un veidot Eiropas sabiedrības un ekonomikas digitālo pārveidi, sniedzot labumu ikvienam, bet jo īpaši maziem un vidējiem uzņēmumiem. Vairāk par Digital Europe programmu var uzzināt šeit – (The Digital Europe Programme - <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme>).

Inovācijas Fonds ir salīdzinoši nestandarta finansējuma avots, raugoties uz vispārīgo Eiropas Savienības finanšu atbalsta mehānismu, pētījuma autori sniedz padziļinātu kontekstu un informāciju par šo konkrēto finansēšanas programmu. Raugoties uz to, ko tieši sagaida Inovācijas Fonda vērtētāji no projektu pieteikumiem, šī pētījuma autori vēlas izcelt vairākas lietas:

- Ļoti novatoriskas tehnoloģijas un projekti ar Eiropas pievienoto vērtību, kas nodrošina ievērojamu emisiju samazinājumu.
- Tuvu tirgus projektiem, kuros galvenā uzmanība ir pievērsta jaunām tehnoloģijām, kas ir pirmreizējie klienti.
- Inovatīvi projekti iekšējo procesu uzlabošanai.

- Plānošanas, biznesa modeļa, finanšu un juridiskās struktūras ziņā pietiekami nobrieduši projekti.
- Transversāli projekti par inovatīviem risinājumiem ar zemu oglekļa emisiju līmeni, kas ļauj samazināt emisijas vairākās nozarēs, piemēram, izmantojot rūpniecisko simbiozi vai biznesa modeļa jauninājumus.

Savukārt, raugoties uz Inovācijas Fonds pieteikšanās nosacījumiem un finansēšanas kārtība:

- Maza mēroga projekti, kuru kopējās kapitāla izmaksas ir mazākas par 7,5 miljoniem EUR un kuriem var izmantot vienkāršotas pieteikšanās un atlases procedūras.
- Maza mēroga projektam ar CAPEX līdz 7,5 miljoniem EUR ar 60% finansējuma likmi no CAPEX.
- Transversāliem projektiem ar CAPEX > 7,5 miljoniem EUR ar 60 % finansējuma likmi papildu kapitālam un darbības izmaksām, kas saistītas ar inovāciju (attiecīgās izmaksas aprēķina saskaņā ar noteikto metodiku).

Kopumā, Inovācijas Fonds 2024. gadam izdala trīs projektu pieteikumu kategorijas – maza mēroga projekti ar atbalstu līdz 20 milj. EUR, vidēja mēroga projekti ar atbalstu no 20 milj. EUR līdz 100 milj. Vairāk par Inovācijas Fondu var uzzināt šeit – (What is the Innovation Fund? - https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/what-innovation-fund_en) un šeit - (Innovation Fund - https://www.egen.green/grants/innovation-fund/?utm_agid=125710205034).

ALTUM ir valsts kapitālsabiedrība, kas ar finanšu instrumentiem (aizdevumiem, garantijām, ieguldījumiem riska kapitāla fondos u.c.) nodrošina finansējumu jomās, kuras valsts ir izvirzījusi kā svarīgas un atbalstāmas, un kurās pietiekamā apjomā nav pieejams kredītiestāžu finansējums. Programmu īstenošanai tiek izmantots Latvijas, Eiropas Savienības fondu finansējums un ALTUM piesaistītais finansējums. Vairāk par Altum programmām var uzzināt šeit: (Altum Biznesam - <https://www.altum.lv/pakalpojumi/biznesam/>).

Informācija par katru no augstākminētajām programmām ir pieejama 3.9. tabulā, kur var iepazīties gan ar katras programmas finansēšanas mērķiem un uzdevumiem, gan ar finanšu apmēru, kā arī ar programmu atbalstāmajām darbībām.

Tabula 3.11 Programmu apkopojums

Programmas nosaukums	Interreg Centrālais Baltijas reģions	ALTUM	Apvārsnis Eiropa	Digitālā Eiropa	Life+	Inovācijas fonds
Maksimālais projekta finansiālais apjoms	No 200 tūkst. līdz 4M EUR	No 10 tūkst. līdz 20M EUR	No 500 tūkst. līdz 20M EUR	No 500 tūkst. līdz 20M EUR	No 500 tūkst. līdz 20M EUR	Līdz 20 M EUR
Pieteikšanās termiņš	2024. gada sākums (provizoriski marts/aprīlis)	Katram uzsaukumam individuāli	Katram uzsaukumam individuāli	Katram uzsaukumam individuāli	Katram uzsaukumam individuāli	Reizi gadā (līdz 09.04.2024)
Līdzfinansējuma attiecība %	80%	Aizdevums / grants kā kapitāla atlaide 30% apmērā	70 līdz 100 %	50 līdz 100 %	50 līdz 100 %	60% vai 100%
Projekta darbības izmaksas						
Zinātnieku darbaspēka izmaksas	Programmā nevar paredzēt zinātniskās darbības, izmaksas	Programmā nevar paredzēt zinātniskās darbības, izmaksas	*Programmā var paredzēt zinātniskās darbības, izmaksas	*Programmā var paredzēt zinātniskās darbības, izmaksas	*Programmā var paredzēt zinātniskās darbības, izmaksas	*Programmā var paredzēt zinātniskās darbības, izmaksas
Inženieru darbaspēka izmaksas	*Programmā var paredzēt inženieru darbības, izmaksas	*Programmā var paredzēt inženieru darbības, izmaksas	*Programmā var paredzēt inženieru darbības, izmaksas	*Programmā var paredzēt inženieru darbības, izmaksas	*Programmā var paredzēt inženieru darbības, izmaksas	*Programmā var paredzēt inženieru darbības, izmaksas
Speciālistu darbaspēka izmaksas	*Programmā var paredzēt speciālistu darbības, izmaksas	*Programmā var paredzēt speciālistu darbības, izmaksas	*Programmā var paredzēt speciālistu darbības, izmaksas	*Programmā var paredzēt speciālistu darbības, izmaksas	*Programmā var paredzēt speciālistu darbības, izmaksas	*Programmā var paredzēt speciālistu darbības, izmaksas
Atbalsta funkciju darbaspēka izmaksas	Programmā nevar paredzēt atbalsta funkciju darbaspēka izmaksas	*Programmā var paredzēt atbalsta funkciju darbaspēka izmaksas	Programmā nevar paredzēt atbalsta funkciju darbaspēka izmaksas	Programmā nevar paredzēt atbalsta funkciju darbaspēka izmaksas	Programmā nevar paredzēt atbalsta funkciju darbaspēka izmaksas	*Programmā var paredzēt atbalsta funkciju darbaspēka izmaksas
Iekārtu uzturēšana un remonts	Programmā var paredzēt iekārtu uzturēšana un remonts	Programmā var paredzēt iekārtu uzturēšana un remonts	Programmā nevar paredzēt iekārtu uzturēšana un remonts	Programmā nevar paredzēt iekārtu uzturēšana un remonts	Programmā nevar paredzēt iekārtu uzturēšana un remonts	*Programmā var paredzēt iekārtu uzturēšana un remonts
Programmatūras nodrošinājums	*Programmā var paredzēt programmatūras nodrošinājumu	*Programmā var paredzēt programmatūras nodrošinājumu	*Programmā var paredzēt programmatūras nodrošinājumu	*Programmā var paredzēt programmatūras nodrošinājumu	*Programmā var paredzēt programmatūras nodrošinājumu	*Programmā var paredzēt programmatūras nodrošinājumu

Programmas nosaukums	Interreg Centrālais Baltijas reģions	ALTUM	Apvārsnis Eiropa	Digitālā Eiropa	Life+	Inovācijas fonds
Telpu uzturēšana	Programmā nevar paredzēt telpu uzturēšanu	Programmā var paredzēt telpu uzturēšanu	Programmā nevar paredzēt telpu uzturēšanu	Programmā nevar paredzēt telpu uzturēšanu	Programmā nevar paredzēt telpu uzturēšanu	*Programmā var paredzēt telpu uzturēšanu
Komunālie maksājumi	Programmā nevar paredzēt komunālos maksājumus	Programmā var paredzēt komunālos maksājumus	Programmā nevar paredzēt komunālos maksājumus	Programmā nevar paredzēt komunālos maksājumus	Programmā nevar paredzēt komunālos maksājumus	Programmā nevar paredzēt komunālos maksājumus
Projektā ieguldītais kapitāls						
Ieguldījumi telpu iegādei	Programmā nevar paredzēt ieguldījumus telpu iegādei	Programmā var paredzēt ieguldījumus telpu iegādei	Programmā nevar paredzēt ieguldījumus telpu iegādei	Programmā nevar paredzēt ieguldījumus telpu iegādei	Programmā nevar paredzēt ieguldījumus telpu iegādei	*Programmā var paredzēt ieguldījumus telpu iegādei
Ieguldījumi tirtelpu pielāgošanai	*Programmā var paredzēt ieguldījumus tirtelpu pielāgošanai	*Programmā var paredzēt ieguldījumus tirtelpu pielāgošanai	Programmā nevar paredzēt ieguldījumus tirtelpu pielāgošanai	*Programmā var paredzēt ieguldījumus tirtelpu pielāgošanai	*Programmā var paredzēt ieguldījumus tirtelpu pielāgošana	*Programmā var paredzēt ieguldījumus tirtelpu pielāgošana
Ieguldījumi iekārtās	*Programmā var paredzēt ieguldījumus iekārtās	*Programmā var paredzēt ieguldījumus iekārtās	Programmā nevar paredzēt ieguldījumus iekārtā	*Programmā var paredzēt ieguldījumus iekārtās	*Programmā var paredzēt ieguldījumus iekārtās	*Programmā var paredzēt ieguldījumus iekārtās

*Ja izmaksas, ieguldījums ir paredzēts projekta tiešā mērķa sasniegšanai.

Izvērtējot pieejamās ES fondu programmas var secināt, ka nav viena atbalsta programma, kas sniegtu nepieciešamo atbalstu visām aktivitātēm un darbībām stratēģijas ietvaros. Noteiktas programmas var sniegt atbalstu noteiktās aktivitātēs, darbībās, kā piemēram:

- "Apvārsnis Eiropa" sniedz atbalstu zinātniskās darbības, jaunu inovāciju izstrādē līdz komercializācijai, ieskaitot EIC programmu sniegtās iespējas, kas vērtas uz komercializācijas darbībām, sākot no pētījuma veikšanas, līdz tehnoloģijas prototipa izstrādei un ieviešanai tirgū. Tāpat "Apvārsnis Eiropa" sniedz atbalstu mobilitātes darbībā, sniedzot iespēju zinātniekiem, pasniedzējiem, pat studentiem, iekļaujot doktorus braukt mobilitātei un gūt jaunas zināšanas, pieredzi. Tāpat jāuzsver "Apvārsnis Eiropa" programmas atbalsts kapacitātes stiprināšanai un izcilās zinātnes veicināšanai, ietverot talantu piesaisti un noturēšanas mehānismu ieviešanu. "Apvārsnis Eiropa" programmu ietvaros nevar iepirkt tehnoloģijas, bet programmas ietvaros var iekļaut nepieciešamās programmatūras, atalgojumu zinātniekiem, tehniskajiem darbiniekiem, speciālistiem, ja izmaksas, ieguldījums ir paredzēts projekta tiešā mērķa sasniegšanai.
- "Digitālā Eiropa" programma sniedz iespējas jaunu studiju programmu izstrādē, jaunu digitālo prasmju iegūšanai Eiropā, iekļaujot programmas, kas vērstas tieši pusvadītāju jomā. "Digitālā Eiropa" programma ir tieši saistīta ar ES mikroshēmu regulu nosakot programmas atbalstu, kā vienu no ES par pusvadītāju investīciju katalizatoru. "Digitālā Eiropa" pusvadītāju sniedz atbalstu ietverot pusvadītāju un mikroshēmu nozīmi Eiropas kontinenta digitālās un zaļās pārejas īstenošanā. "Digitālā Eiropa" programmu ietvaros var iepirkt tehnoloģijas, kas tieši saistītas ar projekta mērķu īstenošanu, var iekļaut nepieciešamās programmatūras, atalgojumu zinātniekiem, tehniskajiem darbiniekiem, speciālistiem, ja izmaksas, ieguldījums ir paredzēts projekta tiešā mērķa sasniegšanai.
- Inovāciju fonds ir lielākā Eiropas atbalsta programma "Lielajiem uzņēmumiem" sniedzot atbalstu liela apjoma investīciju projektos, ieskaitot, kas vērsti uz jaunu tehnoloģiju iegādi, esošās infrastruktūras pielāgošanu. Inovāciju fonds ir viena no pasaulē lielākajām finansējuma programmām inovatīvu zemu oglekļa emisiju tehnoloģiju demonstrēšanai un ieviešanai tirgū. Mērķis ir veicināt izaugsmi un konkurētspēju, dodot Eiropas Savienības uzņēmumiem iespējas kļūt par vadošajiem tehnoloģiju jomā pasaulē. Programmas kopējais grantu fonds ir 40 miljrd. EUR laika posmā no 2020. gada līdz 2030. Gadam.
- Tāpat ir jāuzsver, ka 2023. gada 14. decembrī ir uzsākta projektu atlase valsts atbalsta saņemšanai lielu investīciju projektu īstenošanai Latvijā caur Altum. Aizdevums paredzēts vidējiem un lieliem komersantiem, kuri plāno veikt vismaz 10 milj. EUR investīcijas uzņēmuma izaugsmei. Aizdevums līdz 30% no projekta attiecināmām izmaksām ar kapitāla atlaidi līdz 100% apmērā no aizdevuma pamatsummas var būt tam nozīmīgs atbalsts. Aizdevums paredzēts projektiem, ko plānots īstenot fotonikas un viedo materiālu, tehnoloģiju, inženiersistēmu, viedās enerģētikas un mobilitātes; biomedicīnas, medicīnas tehnoloģijas, farmācijas; zināšanu ietilpīgas bioekonomikas, informācijas un komunikācijas tehnoloģiju jomā, kā arī šajā atlases kārtā paplašināts potenciālo atbalsta saņēmēju loks – tūrismā vai kultūras un radošo industriju jomā. Programmu īsteno Latvijas Investīciju un Attīstības aģentūra un ALTUM.

- LIFE programmā aktīvā pieteikumu fāze ir nokavēta, jo konceptu izstrāde jāveic pusgadu iepriekš (līdz 2023. gada rudenim), savukārt, pilnvērtīgu pieteikumu izstrāde notiek tikai tajos gadījumos, kad koncepti apstiprināti tālākai izstrādei. LIFE programmā 2024. gadā var izstrādāt konceptu, ko izstrādāt par pilnvērtīgu pieteikumu 2025. gadā.
- "Interreg" ir Eiropas teritoriālās sadarbības programmas, kas sniedz iespēju Latvijas partneriem sadarboties pāri robežām gan ar tiešajām Eiropas Savienības kaimiņvalstīm, gan partnervalstīm visā Eiropā. Kopīgi projekti un investīcijas ir iespējami kopēju izaicinājumu risināšanai tūrisma, kultūras, inovāciju, uzņēmējdarbības, vides, izglītības, nodarbinātības, sociālajā un citās jomās. "Interreg" programmas, lai gan investīcijas tehnikā, infrastruktūrā ir iespējamas, Interreg programmas ir noteiktas tematos, un investīcijas paredzētas projekta tiešā mērķa sasniegšanai.

Informācija par konkrētiem programmu uzsaukumiem, "Apvārsnis Eiropa" to pietiekšanās termiņiem, no augstākminētajām programmām ir pieejams skatot tabulu 3.12.

Tabula 3.12 Apvārsnis Eiropa pieejamo programmu apkopojums

Horizon Europe iespējas 2024. gadā				
Uzsaukums	Saite uz uzsaukumu	Darbības veids	Atslēgvārdi	Termiņš
HORIZON-WIDERA-2023-ACCESS-07-01	Excellence Hubs	Coordination and Support Actions	Ecosystem	07.04.2024
I3-2023-CAP2b	Interregional Innovation Investments Instrument (I3)	Coordination and Support Actions	Ecosystem	15.02.2024 14.11.2024
HORIZON-Chips-2023-RIA-CPL-1	Pilot line on advanced sub 2nm leading-edge system on chip technology	Research and Innovation Actions	Chips	29.02.2024
HORIZON-Chips-2023-RIA-CPL2	Pilot line on advanced Fully Depleted Silicon On Insulator technologies targeting 7nm	Research and Innovation Actions	Chips	29.02.2024
HORIZON-Chips-2023-RIA-CPL-3	Pilot line on advanced Packaging and Heterogenous Integration	Research and Innovation Actions	Chips	29.02.2024
HORIZON-Chips-2023-RIA-CPL-4	Pilot line on advanced semiconductor devices based on Wide Bandgap materials	Research and Innovation Actions	Chips	29.02.2024
HORIZON-INFRA-2024-EOSC-01-02	Supporting the EOSC Partnership in further consolidating the coordination and sustainability of the EOSC ecosystem	Coordination and Support Actions	Microchip ecosystem development	12.03.2024
HORIZON-CL4-2024-DATA-01-03	Piloting emerging Smart IoT Platforms and decentralized intelligence (IA)	Innovation Actions	Microchips and photonics pilot lines	19.03.2024
HORIZON-CL4-2024-DIGITAL-EMERGING-01-31	Pilot line(s) for 2D materials-based devices (RIA)	Research and Innovation Actions	Semiconductor	19.03.2024

HORIZON-CL4-2024-DIGITAL-EMERGING-01-34	<u>Synergy with national and regional initiatives in Europe (CSA)</u>	Coordination and Support Actions	Semiconductor	19.03.2024
HORIZON-CL4-2024-HUMAN-01-61	<u>Facilitate the engagement in global ICT standardisation development (CSA)</u>	Coordination and Support Actions	Chip prototyping	19.03.2024
HORIZON-CL5-2024-D5-01-02	<u>Integration and testing of next generation post-800V electric powertrains (2ZERO Partnership)</u>	Research and Innovation Actions	Chip testing Semiconductor	18.04.2024
HORIZON-CL3-2024-CS-01-01	<u>Approaches and tools for security in software and hardware development and assessment</u>	Innovation Actions	Chip act, Chip design, Chip laboratory, Chip testing Organic chips Chip prototyping	20.11.2024
HORIZON-CL3-2024-CS-01-01	<u>Approaches and tools for security in software and hardware development and assessment</u>	Research and Innovation Actions	Chips	20.11.2024

Informācija par konkrētiem programmu uzsaukumiem, "Digitālā Eiropa" to pietiekšanās termiņiem, no augstākminētajām programmām ir pieejama 3.13. tabulā.

Tabula 3.13 Digitālā Eiropa pieejamo programmu apkopojums

Digital Europe iespējas 2024. ga			
Uzsaukums	Saite uz uzsaukumu	Darbības veids	Termiņš
DIGITAL-EUROHPC-JU-2023-AISC-03-01	<u>Support Centre for HPC-powered Artificial Intelligence (AI) Applications</u>	Simple Grants	27.02.2024
DIGITAL-Chips-2023-SG-CPL1	<u>Pilot line on advanced sub 2nm leading-edge system on chip technology</u>	Simple Grants	29.02.2024
DIGITAL-Chips-2023-SG-CPL2	<u>Pilot line on advanced Fully Depleted Silicon On Insulator technologies targeting 7nm</u>	Simple Grants	29.02.2024
DIGITAL-Chips-2023-SG-CPL-3	<u>Pilot line on advanced Packaging and Heterogenous Integration</u>	Simple Grants	29.02.2024
DIGITAL-Chips-2023-SG-CPL-4	<u>Pilot line on advanced semiconductor devices based on Wide Bandgap materials</u>	Simple Grants	29.02.2024
DIGITAL-2023-SKILLS-05-SPECIALLEDU	<u>Specialised education programmes in key capacity areas</u>	Lump Sum Grants	21.03.2024
DIGITAL-2023-EDIH-04-ASSOCIATED	<u>Network of European Digital Innovation Hubs – Associated Countries</u>	Simple Grants	10.04.2024

Informācija par konkrētiem programmu uzsaukumiem, "Interreg" to pietiekšanās termiņiem, no augstākminētajām programmām ir pieejama 3.14. tabulā.

Tabula 3.14 Interreg pieejamo programmu apkopojums

Interreg iespējas 2024. gadā			
Programma	Saite uz uzsaukumu	Darbības veids	Terminš
Interreg BSR	<u>Energy transition</u>	Tematiskā prioritāte	2024. gada I ceturksnis
Interreg Europe	<u>Skills for smart specialisation, industrial transition & entrepreneurship</u>	Tematisks programmas mērķis	2024. gada I ceturkšņa beigas
Interreg Europe	<u>Digital connectivity</u>	Tematisks programmas mērķis	2024. gada I ceturkšņa beigas
Interreg Europe	<u>Smart energy systems, grids and storage</u>	Tematisks programmas mērķis	2024. gada I ceturkšņa beigas
Interreg CBR	<u>More new scaled-up growth companies</u>	Tematisks programmas mērķis	31.10.2024

Informācija par konkrētiem programmu uzsaukumiem, "Inovācijas Fonds" to pietiekšanās termiņiem, no augstākminētajām programmām ir pieejama 3.15. tabulā.

Tabula 3.15 Inovācijas fonds pieejamo programmu apkopojums

Innovation Fund iespējas 2024. gadā			
Uzsaukums	Saite uz uzsaukumu	Darbības veids	Terminš
INNOVFUND-2023-NZT-MANUFACTURING	<u>Innovation Fund-MANUFACTURING</u>	Lump Sum Grant	09.04.2024
INNOVFUND-2023-NZT-GENERAL-SSP	<u>Innovation Fund 2023 Net Zero Technologies – General decarbonisation – Small-Scale Projects</u>	Lump Sum Grant	09.04.2024
INNOVFUND-2023-NZT-GENERAL-MSP	<u>Innovation Fund 2023 Net Zero Technologies – General decarbonisation – Medium-Scale Projects</u>	Lump Sum Grant	09.04.2024
INNOVFUND-2023-NZT-PILOTS	<u>Innovation Fund 2023 Net Zero Technologies – Pilots</u>	Lump Sum Grant	09.04.2024
INNOVFUND-2023-NZT-GENERAL-LSP	<u>Innovation Fund 2023 Net Zero Technologies – General decarbonisation – Large-Scale Projects</u>	Lump Sum Grant	09.04.2024

3.5.4. Fokusgrupas diskusija

Fokusgrupas diskusija: Lai nodrošinātu ilgtspējība balstītus priekšlikumus, pētījuma īstenošanas laikā tika organizēta fokusgrupas diskusija, lai informētu pusvadītāju ekosistēmas pārstāvjus, ieinteresētās puses par analīžu rezultātiem, kā arī tiks veidota diskusija, lai iegūtu viedokļus, priekšlikumu izstrādei. Uz fokusgrupu tika aicināti gan industrijas, gan akadēmijas, NVO un valdības pārstāvji. Fokusgrupas laikā tika apskatīta izpētītā informācija par darba

uzdevumā 3.5. "Attīstībai nepieciešamo atbalsta instrumentu izmaksu priekšlikumu izstrāde" rezultātiem, ieskaitot pieejamiem ES fondu uzsaukumiem pusvadītāju jomā, kā arī citu Eiropas valstu piemēriem, to atbalstu un tika veidota diskusija ar tās dalībniekiem. Fokusgrupa norisinājās 13.12.2023, tiešsaistē, MS Teams vidē. Pilns fokusgrupas apskats, dalībnieku sarakstu skatīt pielikumā (skat. Pielikums Nr. 9: Fokusa grupas jautājumu un komentāru kopsavilkums). Fokusgrupas laikā tika noskaidrots fokusgrupas viedoklis par veikto izpētes rezultātu, Publiskā finansējuma, kā ES fondi (Apvārsnis Eiropa, Digitālā Eiropa, Inovāciju fonds, un citu programmu) piesaisti Latvijā, apskatot fokusgrupas viedokli par galvenie priekšnoteikumi Publiskā finansējuma piesaistei. Kā galvenie secinājumi no fokusgrupas diskusijas par Publiskā finansējuma, kā ES fondi piesaisti tika noteikti:

- Apskatot pieejamo finansējumu no ES fondiem, kā arī valstu piemērus, ir skaidri redzams, ka nepieciešams piesaistīt gan privāto gan publisko finansējums, ko norāda arī apskatītie ES valstu piemēri. Papildus ir skaidri jānodefinē Latvijas valsts intereses un stratēģija ES līmenī, soļi nākamajiem 10 gadiem, ilgtermiņa investīciju iezīmēšana valsts budžetā.
- Skatoties uz ES fondu finansējumu ir jāskatās pēc atbalsta intensitātes un investīciju lietderības, ne visas programmas ir lietderīgas no finanšu ieguldījumu puses.
- Ir nepieciešams izmantot sniegtās iespējas, ieskaitot mobilitātes iespējas, kapacitātes stiprināšanas iespējas, ko sniedz Apvārsnis Eiropa iespējas, ieskaitot mobilitāte doktorantiem, un pēcdoktorantūras atbalsts, prakses iespējas ārvalstīs.

Fokusgrupas laikā tika noskaidrots fokusgrupas dalībnieku viedoklis par to kā veicināt Latvijas uzņēmumu, izglītības iestāžu, citu organizāciju dalību ES fondu (Apvārsnis Eiropa, Digitālā Eiropa, Inovāciju fonds, un citu programmu) iespējās.

- Kā galvenais secinājums tika noteikts, ka ir nepieciešams veidot vienotu komunikāciju par pieejamām atbalsta programmām, atvērtiem uzsaukumiem, kā arī nepieciešamības gadījumā apvienot spēkus kvalitatīvu pieteikumu sagatavošanai. Ir nepieciešams aktīvi informēt un iesaistīt ieinteresētās puses, lai nepalaistu garām iespējas ieskaitot kapacitātes stiprināšanai, ka sniegs ieguldījumu tieši ilgtermiņā.
- Tika norādīts par Izraēlas uzņēmuma interesi Latvijā veidot Sup-fab pētniecības virzienu (neliels investīciju projekts, iekārta no Intel, jānoklāj otra investīciju puse).

Fokusgrupas laikā tika noskaidrots fokusgrupas dalībnieku viedoklis par to kā veicināt Latvijas efektīvāku iesaisti Eiropas mikroshēmu aktā (Chips Act).

- Kā galvenais secinājums tika noteikts, lai Latvija efektīvāk iesaistītos Eiropas mikroshēmu aktā. Tā sniegtās iespējās, ir nepieciešams veidot aktīvu komunikāciju, iesaistīto pušu informēšanu par iespējām, par uzdevumiem, kas jāveic, ieskaitot par pieejamām atbalsta programmām, partnerībām. Ir nepieciešams apvienot spēkus vienotai izpratnes sniegšanai, kā Latvijas ilgtermiņā stratēģijai, ar aktīvu iesaisti un dalību Eiropas mikroshēmu aktā.
- Papildus, lai gan Latvija novēloti ir iesaistījusies Eiropas mikroshēmu aktā, un nav pirmo ES valstu sarakstā, kas saņem Eiropas mikroshēmu akta finansējumu, Latvijā 2023. gada 14. decembrī ir izstrādātā jauna iespēja ko sniedz Altum atbalsts sniežot atbalstu tieši pusvadītāju jomā.

Priekšlikumi: Pētījuma gaitā, izvērtējot gan izpētītos, datus, iegūtos rezultātus, iekļaujot fokusgrupas diskusijas rezultātus tika izstrādāti priekšlikumi, pārstāvju ekosistēmas

kopējai attīstībai, Latvijas aktivitāšu veicināšanai Eiropas mikroshēmu aktā, pusvadītāju jomas attīstībai Latvijā.

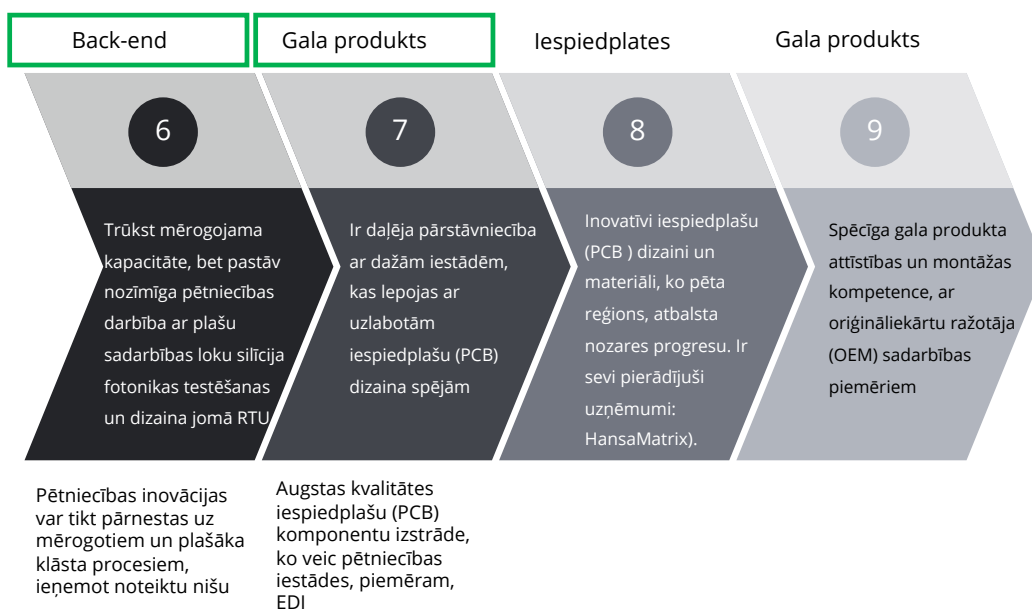
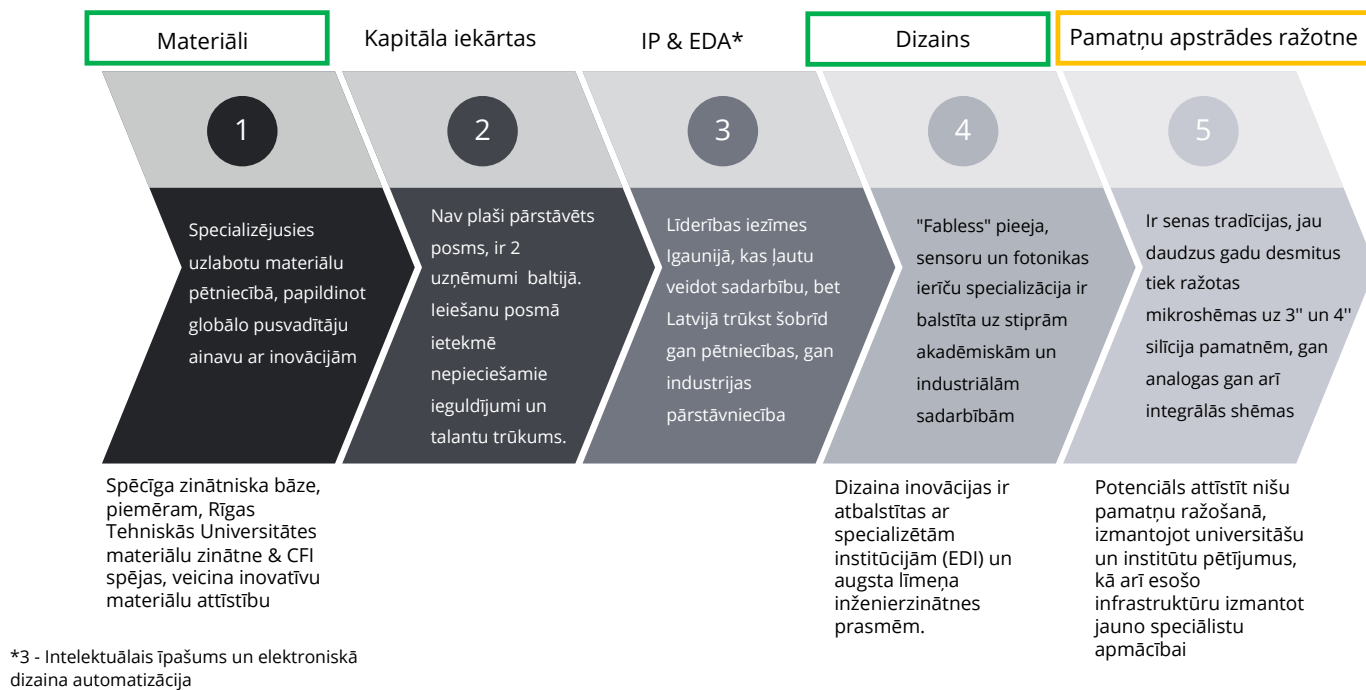
1. Ir nepieciešams spēcīnāt, vai pat atjaunot pusvadītāju partnerību, asociācijas darbību, tīklu Latvijā, kur tiek nodefinēti iesaistīto pušu intereses, atbildības un veicamie uzdevumi, ieskaitot kopēja informēšana par pieejamām atbalsta iespējām, kā arī darbu veikšana saskaņā ar izstrādāto stratēģiju.
2. Ir nepieciešams pārvaldības modelis, kas motivē iesaistītās puses aktīvi darboties, iesaistīties un dalīties kopēju mērķu, problēmu vārdā, ilgtermiņu risinājumu vārdā, kā piemēram Privāto, Publisko partnerību modelis, vai pārņemot starptautisku tīklu pārvaldības modeli, kas versts uz investīciju piesaisti, talantu attīstību, vietējās ekosistēmas attīstību, tajā pašā laikā veidojot starptautiskas sadarbības.
3. Ir nepieciešams aktīvāk izmantot ES fondu sniegtās iespējas, gan izglītības jomas stiprināšanai, gan pētniecībai, gan jaunu produktu izstrādei, kā arī kapacitātes stiprināšanai. Ir jānodefinē, jāsadala savstarpēji darba uzdevumi, darbi, kas jāveic starp iesaistītiem, lai aktīvāk startētu ES fondu iespējās, kopīgi jānodrošina koordinācija starp darāmiem darbiem, ieskaitot semināru organizēšana, iedejošanas pasākumi, tīklošanas pasākumi, programmu izpēti aktivitātes un pat kopīgu projekta pieteikumu, investīciju pieteikumu gatavošana.
4. Ir jāstiprina Latvijas kopējā kapacitāte ES fondu piesaistē, gan arī individuāli galveno pusvadītāju jomas iesaistīto pušu uzņēmumu, organizāciju darbībā, gan kvalitatīvu pieteikumu pieteikšanai, gan, lai spētu pieteikt projektus visās iespējās, tādejādi palielinot iespējas no ES fondu piesaistes, tajā pašā laikā apzinoties labās prakses piemērus, stiprinot sadarbības iespējas sadarbībai ar “Lielajiem” Eiropas spēlētājiem pusvadītāju jomā.
5. Ņemot vērā, to ka ES fondi nevar nodrošināt pilnīgu atbalstu sniegšanu, lai sasniegtu stratēģijā noteiktās darbības, mērķus, iepirkt vajadzīgās iekārtas, pielāgot nepieciešamās telpas, ir nepieciešams lielāks Latvijas valdības atbalsts, izstrādāt atbalsta instrumentus, kas tieši paredzēti stratēģijas tālākai īstenošanai, ieskaitot kapacitātes stiprināšanas aktivitātēm.
6. Pusvadītāju jomas atpazīstamībai jāveic plaši inovatīvie pasākumi informējot galvenās ieinteresētas puses par pusvadītāju jomas attīstības plāniem, Eiropas mikroshēmu akta sniegtajām iespējām, kā arī skaidrojot sabiedrībai par ieguvumu no investīcijām pusvadītāju jomā, lai mazinātu sabiedrības neizpratni par investīcijām, to nepieciešamību, pamatojot tieši sociālekonomisko ieguvumu sabiedrībai ilgtermiņā.

3.6. Secinājumi un priekšlikumi (par visu pētījumu)

Identificējot Latvijas iespējas un potenciālu iekļauties globālajā pusvadītāju vērtību ķēdē, novērtējot to ietekmi uz Latvijas ekonomiku, tika izstrādāti secinājumi un priekšlikumi pētniecības, izglītības un inovāciju un uzņēmējdarbības vides attīstībai. Galvenie secinājumi:

1. Latvijā ir attīstīta zinātniski pētnieciskā bāze pusvadītāju materiālu, elektronikas un īpaši fotonikas jomā, kas paver daudz iespējas dažādu jaunu virzienu attīstībai šajā nozarē, kā būtiskākos minot, čipu dizains, prototipēšana un atsevišķu ražošanas darbapļusmu izveide (izveidojot pilotlīniju), testēšana un iepakošana.
2. Universitātēs un zinātniskajos institūtos jau tagad ir minimāli nepieciešamā infrastruktūra vai piekļuve infrastruktūrai, lai parādītu konkurētspējīgus rezultātus, kā arī ir pamats pilotlīniju izveidošanai. Tomēr modernāku iekārtu iegāde un atvērtas piekļuves pilotlīnijas un testēšanas centra izveide ir kritiska, lai kļūtu konkurētspējīgi un nodrošinātu tālāku attīstību.
3. Vāja sadarbība ar industriju, galvenokārt tādēļ, ka ir relatīvi maz industrijas pārstāvji, izņemot tos, kuri pārstāv McKinsey ķēdes posmu 8 un 9.
4. Pastāv tematiska plaisa starp industriju un pētniecību. Pētniecība bieži notiek jomās, kurās Latvijā nav industrijas pārstāvniecības un otrādi - zinātne nenodrošina industrijai nepieciešamās kompetences un servisu, īpaši tradicionālo pusvadītāju elektronikas jomā.
5. Pētniecība šobrīd ir zema TRL (tehnoloģijas gatavības līmenī), tās tālāka komercializācija ir saistīta ar augstu risku, tāpēc industrija iesaistās tikai publiski finansētos projektos.
6. Katastrofāli zems jaunuzņēmumu skaits, kas liecina, ka dažādu pētījumu rezultāti ir nepietiekami attīstīti, tiem ir pārāk zems TRL līmenis, lai tos komercializētu. To izceļ tieši Latvijas zemās vietas inovāciju indeksā - Lietuva un Igaunija ir ievērojami labākās pozīcijās inovāciju reitingā, pretstatā Latvijas 37. pozīcija 132 valstu konkurencē (Avots: Global Innovation Index 2023, https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2023 ē. Citu ziemeļvalstu reitingi ir priekšgalā (Dānija - 9. vieta, Zviedrija 2. vieta, Somija 6. vieta)
7. Lielākā daļa uzņēmumu atzīst cilvēkresursu problēmu, nav kvalificētu speciālistu pietiekamā daudzumā.

3.3. attēlā ir apkopota analīze par katru pusvadītāju vērtības posmu Latvijā, veidojot kopsavilkumu gan ņemot vērā industrijas sniegtumus, pētniecības potenciālu un iespējas, kā arī mācību programmu izvērtējumu. Ar zaļu ir atzīmēti tie posmi, kur šobrīd ir lielākās perspektīvas iekļauties globālajā vērtību ķēdē, pateicoties jau esošai kompetencei, starptautiskiem kontaktiem un sadarbībai, kā arī vērā ņemamiem zinātniskiem sasniegumiem un spējām. Ar dzeltenu ir atzīmēts posms (Ražošana), kam Latvijā ir sena pagātne, bet tās attīstībai nepieciešams sākotnēji pievērsties ar zaļu atzīmēto posmu attīstībai (Dizains, materiāli, testēšana un iepakošana, pilotlīnijas un prototipēšana), lai radītu gan nepieciešamo bāzi jaunu tehnoloģiju komercializācijai, kā arī darbaspēka sagatavošanai augstas pievienotās vērtības tehnoloģiju radīšanai.



6 - "Back-end", jeb pakārtotie procesi

Attēls 3.3 Latvijas pusvadītāju ķēdes situācijas novērtējums

Attēlā redzams, ka mums ir iespēja attīstīt esošo bāzi, bet tas prasa koordinētu visu iesaistīto pušu iesaisti, lai nezaudētu iespējas. Ieguldījumi un attīstība šajā jomā globāli notiek ārkārtīgi strauji, un var mainīties nākamo pāris gadu laikā, kas nerīkojoties aktīvi, rada risku palaist garām iespēju iekarot kādu no šajā brīdī iespējamajām nišām (dizains, testēšana,

fotonikas tehnoloģiju virzienu). Svarīgi arī pārliecināties, ka tiek apmācīti specializēti eksperti un inženieri šajā jomā, ja nākotnē ir vēlme attīstīt arī ražošanu, jo ar šī brīža speciālistu apjomu tas nav iespējams.

Galvenie priekšlikumi:

1. Nepieciešamas ilggadējs un plašs jaunuzņēmumu valsts atbalsts, lai spētu komerciālas idejas novest līdz produktam, kas piesaista gala patērētāja interesi, riska kapitāla vai banku finansējumu. Īpašs uzsvars ir jāliek uz atbalstu jaunu tehnoloģiju testēšanas, optimizēšanas un pakošanas attīstīšanai, lai novestu tehnoloģijas līdz TRL 8 un 9 līmeņiem.
2. Nepieciešams valsts atbalsts jauniem speciālistiem darbam Latvijas uzņēmumos uzsākot darba gaitas vai/un izstrādājot diplomdarbus. Jāiesaista uzņēmumi mācību procesā.
3. Pusvadītāju jomas attīstīšanu būtu nepieciešamas izcelt, kā vienu no valsts prioritātēm, tam piešķirot nepieciešamo finansējumu.
4. Jāturpina stiprināt tās jomas, kurās Latvijai ir salīdzinošā priekšrocība balstoties uz jau iepriekšējo pieredzi un sasniegumiem.
5. Veikt pasākumus, kas veicinātu jauniešu vēlmi studēt eksaktās zinātnes jau pamata un vidējās izglītības posmos.
6. Motivēt jaunos cilvēkus studēt Latvijas augstākajās mācību iestādēs. Tas vairāk saistīts nevis ar izglītības kvalitāti, bet ar darba iespējām pēc izglītības iegūšanas (ref. 1. punkts).
7. Piesaistīt studentus un speciālistus no ārzemēm, mācību programmas angļu valodā ir nepieciešams nosacījums.
8. Jāveido čipu dizaina un testēšanas kompetences centrs un atvērtas piekļuves pilotlīniju, kas nodrošinās gan augstāka TRL līmeņa rezultātus, gan veicinās jaunuzņēmumu piesaisti, radīšanu un attīstību.
9. Nodrošināt zinātniskās, mācību un industriālās infrastruktūras ciešu līdzās pastāvēšanu un zināšanu apmaiņu.

Raugoties uz ziemeļvalstu pieredzi, tuvākajos 10 gados ir jāveicina apjomīgi finansiālie ieguldījumi pusvadītāju pētījumos dažādiem TRL līmeņiem, sākot no pētniecības iestādēm (TLR1 - TLR4), turpinot ar jaunuzņēmumiem, kas nodarbina jaunus speciālistus un ideju autorus (TRL4 - TLR7), līdz gatavam produktam un masveida ražošanai (TLR9). Diemžēl mūsu kaimiņvalstu spēcīgās pozīcijas inovāciju reitingā, rada mums nelabvēlīgu vidi konkurencē par jaunām idejām un par šo ideju realizācijas vietu, tāpēc ir jāizstrādā plašs pasākumu komplekss mūsu konkurētspējas stiprināšanai, ņemot vērā Zviedrijas, Somijas, Dānijas, Nīderlandes, arī Lietuvas un Igaunijas pieredzi, un nekavējoties uzsākt tā realizēšanu.

4. Pētījuma pielikumi

Pielikums Nr. 1: Akadēmisko iestāžu aptauja

Dear respondent,

Thank you for participating in this survey aimed at refining and supplementing data regarding the identified research institutions in the semiconductor field. Your insights will significantly contribute to understanding the resources and collaborative potentials within and beyond Latvia.

Institution Information:

Name of Institution/Department/Institute: _____

Address: _____

Contact Information: _____

Name of Respondent: _____

Position of Respondent: _____

Section I: Human Resources Inventory

Please provide a list of engineers and researchers in your institution specializing in semiconductor technology.

Engineer / Researcher Name / Last Name	Area of specialization	Number of years of experience in the semiconductor field	More info?

Section II: Equipment and Infrastructure

Please list the equipment and infrastructure available in your institution for semiconductor research and development.

Equipment or infrastructure name / description	Quantity	More info?

Section III: Patent Inventory

Please provide a list of patents in the semiconductor field owned or managed by your institution.

Patent Title	Patent Number	Date of Issuance

Section IV: National or International Collaboration (research, academia)

Please list any collaboration your institution has with foreign universities and institutions researching semiconductor technologies or developing semiconductor chain products.

Name of Institution	Country	Nature of Collaboration	Duration of Collaboration

Section V: Industry Collaboration

Please list any collaboration your institution has with companies developing products/services that can be utilized in the semiconductor value chain.

Name of Company	Nature of Collaboration	Duration of Collaboration

Section VI: Educational Program Information

Please list any educational program or related program focused on semiconductor technologies, please provide the following details:

Program title	Please assess the program's contribution to the semiconductor value chain	Qualification Awarded Upon Completion	Number of graduates / year

We appreciate your time and effort in completing this survey. Please return the completed survey by [specified return date] to [specified email/address].

If you have any questions or need further clarification, feel free to contact us at [contact information].

Thank you.

Sincerely,

[Your Name]

[Your Title]

[Your Contact Information]

Cienījamais aptaujas dalībniek,

Paldies Jums par piedalīšanos šajā aptaujā, kuras mērķis ir precizēt un papildināt datus par identificētajām pētniecības iestādēm pusvadītāju jomā. Jūsu atziņas būtiski veicinās izpratni par resursiem un sadarbības potenciālu Latvijā un ārpus tās robežām.

Iestādes informācija:

Iestādes/ nodaļas/ institūta nosaukums: _____

Adrese: _____

Kontaktinformācija: _____

Aptaujas dalībnieka vārds: _____

Aptaujas dalībnieka amats: _____

I sadaļa: Cilvēkresursi

Papildiniet, lūdzu, tabulu ar informāciju par inženieriem un pētniekiem jūsu iestādē, kuri specializējas pusvadītāju tehnoloģijās:

Inženiera/ pētnieka Vārds, Uzvārds	Specializācijas joma	Darba pieredze pusvadītāju jomā (gadu skaits)	Papildus informācija

II sadaļa: Iekārtas un infrastruktūras

Uzskaitiet, lūdzu, iekārtas un infrastruktūru, kas pieejama jūsu iestādē pusvadītāju pētniecībai un attīstībai:

Iekārtas vai infrastruktūras nosaukums/ apraksts	Daudzums/ skaits	Papildus informācija

III sadaļa: Patenti

Papildiniet, lūdzu, tabulu ar informāciju par iestādei piederošajiem vai pārvaldītajiem pusvadītāju jomas patentiem:

Patenta nosaukums	Patenta numurs	Patenta reģistrācijas datums

IV sadaļa: Nacionālā vai starptautiskā sadarbība (pētniecība, akadēmija)

Norādiet, lūdzu, kāda ir jūsu iestādes sadarbība ar vietējām un ārvalstu universitātēm un iestādēm, kas pēta pusvadītāju tehnoloģijas vai izstrādā pusvadītāju ķēdes produktus:

Universitātes/ iestādes nosaukums	Valsts	Sadarbības veids	Sadarbības ilgums

V sadaļa: Sadarbība ar nozari

Uzskaitiet, lūdzu, jebkāda veida sadarbību, kas jūsu iestādei ir izveidojusies ar uzņēmumiem, kuri izstrādā produktus/pakalpojumus, kurus var izmantot pusvadītāju vērtību ķēdē:

Uzņēmuma nosaukums	Sadarbības veids	Sadarbības ilgums

VI sadaļa: Informācija par izglītības programmām

Uzskaitiet, lūdzu, jebkādas izglītības programmas vai ar tām saistītas programmas, kas koncentrējas uz pusvadītāju tehnoloģijām:

Programmas nosaukums	Lūdzu, novērtējiet programmas ieguldījumu pusvadītāju vērtību ķēdē	Iegūstamais grāds/ kvalifikācija absolvējot programmu	Absolventu skaits/ gads

Mēs novērtējam jūsu laiku un pūles, kuras ieguldījāt aizpildot šo aptauju. Aizpildīto anketu, lūdzu, nosūtiet līdz [datums] uz [norādīto e-pasta adresi/adresi].

Ja jums ir papildus jautājumi vai nepieciešama papildu informācija par kādu no sadaļām, lūdzu, sazinieties ar mums [kontakta informācija].

Paldies!

Ar cieņu

[Vārds Uzvārds]

[Pilns amata nosaukums]

[Kontakta informācija]

Pielikums Nr. 2: Augstskolu un pētniecības iestāžu interviju skripts

Veikt interviju ierakstus.

1:1 intervijas (klātienē):

Attālinātās (online) intervijas: izmantojot programmas "Teams", "Zoom" vai "Google meets".
Interviju uzaicinājumā/ ielūgumā, lūdzu iekļaujiet šo tekstu: *"Lūdzu ņemt vērā, ka diskusija tiks ierakstīta dokumentēšanas nolūkos. Ieraksti tiks droši glabāti, un tos iekšēji izmantos mūsu pētnieku komanda. Tie nebūs pieejami publiski. Trešajām personām tie tiks izsniegti tikai gadījumos, ja valsts iestāde veiks revīziju. Jūsu dalība šajā diskusijā nozīmē, ka jūs piekrītat šiem noteikumiem."*

Pirms intervijas uzsākšanas, gūstiet apstiprinājumu no intervējamā, ka Jūs varat uzsākt intervijas ierakstu un pēc tam, kad ieraksts ir manuāli uzsākts, lūdziet intervējamo vēlreiz apstiprināt, ka viņš zina, ka saruna tiks ierakstīta un tam piekrīt.

Kad intervija ir pabeigta, lūdzu saglabāiet ierakstu [šeit](#):

Lai intervijas laikā pierakstītu jautājumus, izmantojiet zemāk esošo veidlapu.

Ievads:

Iepazīstināšana ar intervētāju un viņa pārstāvēto iestādi/organizāciju.

Īss paskaidrojums par intervijas mērķi: iegūt padziļinātu izpratni par plānotajiem pusvadītāju nozares attīstības virzieniem nākamajiem 5 gadiem un noskaidrot viedokli par vēlamu Baltijas valstu nišu un stratēģiju pusvadītāju vērtību ķēdē turpmākajiem 5-10 gadiem.

Konfidencialitātes un anonimitātes nodrošināšana, apstrādājot datus un sniedzot secinājumus.

Intervijas jautājumi:

Jautājumi:	Atbildes:
<u>Sadaļa I: Iestādes nākotnes virzieni</u>	
Vai jūs varat aprakstīt jūsu iestādes stratēģisko plānu attiecībā uz pusvadītāju tehnoloģijām nākamajiem 5 gadiem?	
Kādi ir galvenie projekti vai iniciatīvas, ko jūsu iestāde plāno veikt pusvadītāju jomā?	
Kā jūsu iestāde plāno sadarboties ar nozares dalībniekiem pusvadītāju vērtību ķēdē?	
<u>Sadaļa II: Skatījums uz Baltijas reģionālo stratēģiju</u>	
Uz kādu nišu, jūsuprāt, Baltijas valstīm būtu jātiecas pusvadītāju vērtību ķēdē nākamajos 5-10 gados?	
Kāda veida sadarbības stratēģijas jūs paredzat Baltijas valstu starpā, lai panāktu progresu pusvadītāju nozarē?	
Vai ir kādas esošas reģionālās sadarbības vai partnerības, kurās jūsu iestāde ir iesaistīta vai par kurām tā zina? Lūdzu, aprakstiet.	
<u>Sadaļa III: Iestādes mijiedarbība ar uzņēmumiem</u>	

Vai jūs varat uzskaitīt un aprakstīt zināmos uzņēmumus, kas iesaistīti pusvadītāju vērtības ķēdē Baltijas reģionā un sadarbojas ar pētniecības vai izglītības iestādēm?	
Kā, jūsuprāt, attīstīsies šo uzņēmumu loma pusvadītāju vērtību ķēdē Baltijas reģionā nākamajos desmit gados?	
<i>Sadaļa IV: Papildu ieskats</i>	
Vai ir kādi izaicinājumi vai šķēršļi, ko jūs paredzat, lai sasniegtu vēlamo pozīciju pusvadītāju vērtību ķēdē Baltijas reģionam?	
Vai jums ir kādi papildu komentāri vai atziņas par pusvadītāju nozares attīstību jūsu iestādē vai Baltijas reģionā kopumā?	

Noslēgums:

Izsakiet pateicību par dalībnieka veltīto laiku un ieguldījumu.

Miniet turpmākās darbības un to, kad dalībnieki var sagaidīt pētījuma rezultātus.

Piedāvājiet iespēju dalībniekam uzdot jautājumus vai pievienot papildu komentārus.

Atkārtoti norādiet uz interviju transkriptu konfidencialitāti un aplieciniet, ka sniegtā informācija tiks atbildīgi izmantota pētījuma vajadzībām.

Instructions:

Record the interviews.

Face-to-face (offline) interviews:

Remote (online) Interviews: use Teams, Zoom or Google meets.

In the invitation to the interview, please specify the following in the e-mail text: *“Please be advised that this discussion will be recorded for documentation purposes. The records will be securely stored and used internally by our research team. They will not be made publicly available. They may be shared with third parties only in the case of audits by government institutions. Your participation in this discussion signifies your consent to these terms”*.

Before you start the interview, confirm with the interviewee that you can start the recording, and once the recording has been manually started, please ask the interviewee to once again confirm that they know that they are being recorded, and that they consent to it.

Once the interview is conducted, please store the recording [here](#):

To note down questions during the interview, feel free to use the form below.

Introduction:

Introduction of the interviewer and the institution/organization they represent.

Brief explanation of the purpose of the interview: to gain an in-depth understanding of the planned development directions in the semiconductor field for the next 5 years, and to gauge opinions on the desired niche and strategy for Baltic states in the semiconductor value chain for the next 5-10 years.

Assurance of confidentiality and anonymity in the reporting of the findings.

Interview Questions:

Question:	Answer:
<i><u>Section I: Institution's Future Directions</u></i>	
Can you describe your institution's strategic plan concerning semiconductor technology for the next 5 years?	
What are the key projects or initiatives that your institution is planning to undertake in the semiconductor field?	
How does your institution plan to collaborate with industry stakeholders in the semiconductor value chain?	
<i><u>Section II: Perspective on Baltic Regional Strategy</u></i>	
In your opinion, what niche should the Baltic states aim for in the semiconductor value chain in the next 5-10 years?	
What kind of collaborative strategies do you envision among Baltic states to advance in the semiconductor sector?	
Are there any existing regional collaborations or partnerships that your institution is a part of or aware of? Please describe.	
<i><u>Section III: Interaction with Companies</u></i>	
Could you list and describe any known companies involved in the semiconductor value chain within the Baltic region that have collaborations with research or educational institutions?	

How do you see the role of these companies evolving in the semiconductor value chain in the Baltic region over the next decade?	
<i>Section IV: Additional Insights</i>	
Are there any challenges or barriers you foresee in achieving the desired position in the semiconductor value chain for the Baltic region?	
Do you have any additional comments or insights regarding the development of the semiconductor sector in your institution or the Baltic region as a whole?	

Closing:

Express gratitude for the participant's time and insights.

Mention the follow-up process and when they can expect to see the results of the study.

Offer an opportunity for the participant to ask any questions or add any further comments.

Reiterate the confidentiality of the transcripts and assure that the shared information will be used responsibly for research purposes.

Pielikums Nr. 3: Uzņēmumu interviju skripts

Instrukcijas:

Veikt interviju ierakstus.

1:1 intervijas (klātienē):

Attālinātās (online) intervijas: izmantojot programmas "Teams", "Zoom" vai "Google meets".
Interviju uzaicinājumā/ ielūgumā, lūdzu iekļaujiet šo tekstu: *"Lūdzu ņemt vērā, ka diskusija tiks ierakstīta dokumentēšanas nolūkos. Ieraksti tiks droši glabāti, un tos iekšēji izmantos mūsu pētnieku komanda. Tie nebūs pieejami publiski. Trešajām personām tie tiks izsniegti tikai gadījumos, ja valsts iestāde veiks revīziju. Jūsu dalība šajā diskusijā nozīmē, ka jūs piekrītat šiem noteikumiem."*

Pirms intervijas uzsākšanas, gūstiet apstiprinājumu no intervējamā, ka Jūs varat uzsākt intervijas ierakstu un pēc tam, kad ieraksts ir manuāli uzsākts, lūdziet intervējamā vēlreiz apstiprināt, ka viņš zina, ka saruna tiks ierakstīta un tam piekrīt.

Kad intervija ir pabeigta, lūdzu saglabājat ierakstu [šeit](#):

Lai intervijas laikā pierakstītu jautājumus, izmantojiet zemāk esošo veidlapu.

Ievads:

Iepazīstināšana ar intervētāju un viņa pārstāvēto iestādi/organizāciju.

Īss paskaidrojums par intervijas mērķi: iegūt padziļinātu izpratni par plānotajiem pusvadītāju nozares attīstības virzieniem nākamajiem 5 gadiem un noskaidrot viedokli par vēlamā Baltijas valstu nišu un stratēģiju pusvadītāju vērtību ķēdē turpmākajiem 5-10 gadiem.

Konfidencialitātes un anonimitātes nodrošināšana, apstrādājot datus un sniedzot secinājumus.

Intervijas jautājumi:

Jautājumi:	Atbildes:
<u>I sadaļa: Uzņēmuma nākotnes virzieni</u>	
Vai jūs varētu ieskicēt sava uzņēmuma stratēģisko plānu attiecībā uz pusvadītāju tehnoloģiju nākamajiem 5 gadiem?	
Kādi ir lielākie projekti vai iniciatīvas, ko jūsu uzņēmums plāno īstenot pusvadītāju nozarē?	
Kā jūsu uzņēmums plāno sadarboties ar citām nozares ieinteresētajām pusēm pusvadītāju vērtību ķēdē?	
<u>II sadaļa: Baltijas reģionālās stratēģijas perspektīva</u>	
Uz kādu nišu, jūsuprāt, Baltijas valstīm jātiecas pusvadītāju vērtību ķēdē nākamajos 5-10 gados?	
Kādas Baltijas valstu sadarbības stratēģijas, jūsuprāt jārealizē pusvadītāju sektorā?	
Vai ir kāda esoša reģionāla sadarbība vai partnerība, kurā jūsu uzņēmums līdzdarbojas? Vai jūs varētu to aprakstīt?	
<u>III sadaļa: Mijiedarbība ar pētniecības un izglītības iestādēm</u>	
Vai jūs varētu uzskaitīt un aprakstīt kādu zināmu sadarbību starp jūsu uzņēmumu un	

pētniecības vai izglītības iestādēm Baltijas reģionā saistībā ar pusvadītāju vērtību ķēdi?	
Kā jūs redzat šo sadarbību, kas attīstīsies pusvadītāju vērtību ķēdē Baltijas reģionā nākamajā desmitgadē?	
<i>IV sadaļa: Papildu ieskatī</i>	
Vai ir kādi izaicinājumi vai šķēršļi, ko jūs paredzat, lai sasniegtu vēlamu pozīciju pusvadītāju vērtību ķēdē Baltijas reģionam?	
Vai jums ir kādi papildu komentāri vai atziņas par pusvadītāju nozares attīstību jūsu uzņēmumā vai Baltijas reģionā kopumā?	

Noslēgums:

Izsakiet pateicību par dalībnieka veltīto laiku un ieguldījumu.

Miniet turpmākās darbības un to, kad dalībnieki var sagaidīt pētījuma rezultātus.

Piedāvājiet iespēju dalībniekam uzdot jautājumus vai pievienot papildu komentārus.

Atkārtoti norādiet uz atbilžu konfidencialitāti un aplieciniet, ka sniegtā informācija tiks atbildīgi izmantota pētījuma vajadzībām.

Instructions:

Record the interviews.

Face-to-face (offline) interviews:

Remote (online) Interviews: use Teams, Zoom or Google meets.

In the invitation to the interview, please specify the following in the e-mail text: *“Please be advised that this discussion will be recorded for documentation purposes. The records will be securely stored and used internally by our research team. They will not be made publicly available. They may be shared with third parties only in the case of audits by government institutions. Your participation in this discussion signifies your consent to these terms”*.

Before you start the interview, confirm with the interviewee that you can start the recording, and once the recording has been manually started, please ask the interviewee to once again confirm that they know that they are being recorded, and that they consent to it.

Once the interview is conducted, please store the recording [here](#):

To note down questions during the interview, feel free to use the form below.

Introduction:

Introduction of the interviewer and the institution/organization they represent.

Brief explanation of the purpose of the interview: to gain an in-depth understanding of the planned development directions in the semiconductor field for the next 5 years, and to gauge opinions on the desired niche and strategy for Baltic states in the semiconductor value chain for the next 5-10 years.

Assurance of confidentiality and anonymity in the reporting of the findings.

Interview Questions:

Question:	Answer:
<u><i>Section I: Company's Future Directions</i></u>	
Could you outline your company's strategic plan concerning semiconductor technology for the upcoming 5 years?	
What are the major projects or initiatives that your company is planning to undertake in the semiconductor sector?	
How does your company plan to collaborate with other industry stakeholders in the semiconductor value chain?	
<u><i>Section II: Perspective on Baltic Regional Strategy</i></u>	
In your opinion, what niche should the Baltic states aim for in the semiconductor value chain in the next 5-10 years?	
What kind of collaborative strategies do you envision among Baltic states to advance in the semiconductor sector?	
Are there any existing regional collaborations or partnerships that your company is a part of or aware of? Could you describe them?	
<u><i>Section III: Interaction with Research and Educational Institutions</i></u>	
Could you list and describe any known collaborations between your company and research or educational institutions within the Baltic region concerning the semiconductor value chain?	

How do you see the role of these collaborations evolving in the semiconductor value chain in the Baltic region over the next decade?	
<i>Section IV: Additional Insights</i>	
Are there any challenges or barriers you foresee in achieving the desired position in the semiconductor value chain for the Baltic region?	
Do you have any additional comments or insights regarding the development of the semiconductor sector in your company or the Baltic region as a whole?	

Closing:

Express gratitude for the participant's time and insights.

Mention the follow-up process and when they can expect to see the results of the study.

Offer an opportunity for the participant to ask any questions or add any further comments.

Reiterate the confidentiality of the responses and assure that the shared information will be used responsibly for research purposes.

Pielikums Nr. 4: Kapitāla naudas plūsmas aprēķini

KAPITĀLĀ NAUDAS PLŪSMA

		Būvniecības gadi		Darbības gadi										
1. Naudas plūsmas pozīcijas	Gads	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Kopā	
		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034		
Inflācijas koeficients		1,00	1,03	1,05	1,07	1,09	1,11	1,14	1,16	1,18	1,20	1,23		
Atalgojuma izmaiņas koeficients		1,00	1,02	1,05	1,08	1,10	1,13	1,15	1,17	1,20	1,22	1,25		
1.1.	Projekta ieņēmumi													
Silīcijas fotonu pusvadītāju testēšanas laboratorija														
1.1.1.	Ieņēmumi no silīcija fotonu pusvadītāju testēšanas	EUR	0	581 041	832 167	970 069	1 174 996	1 198 496	1 222 466	1 246 915	1 271 854	1 297 291	1 323 236	11 118 531
1.1.2.	Ieņēmumi no silīcija fotonu pusvadītāju pētniecības projektu realizācijas	EUR	0	419 020	428 657	437 231	445 975	454 895	463 993	473 272	724 107	738 589	753 361	5 339 100
1.1.3.	Ieņēmumi no silīcija fotonu pusvadītāju laboratorijas nomas	EUR	0	481 768	488 155	517 069	512 760	575 317	640 171	707 389	777 039	849 193	923 922	6 472 782
Polimēra fotonu pusvadītāju ražošana														
1.1.4.	Ieņēmumi no polimēra fotonu pusvadītāju ražošanas	EUR	0	0	0	1 060 170	1 513 923	1 764 801	2 137 615	2 180 368	2 223 975	2 268 455	2 313 824	15 463 130
1.1.5.	Ieņēmumi no polimēra fotonu pusvadītāju pētniecības projektu realizācija	EUR	0	0	0	437 231	445 975	454 895	463 993	473 272	724 107	738 589	753 361	4 491 422
1.2.	Projekta atlikusī vērtība	EUR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14 190 000	14 190 000
1.3.	Projekta darbības izmaksas													
Silīcijas fotonu pusvadītāju testēšanas laboratorija														
1.3.1.	Zinātnieku darbaspēka izmaksas	EUR	0	(159 764)	(163 918)	(168 508)	(258 070)	(263 490)	(269 023)	(274 672)	(280 440)	(286 330)	(292 343)	(2 416 559)
1.3.2.	Inženieru darbaspēka izmaksas	EUR	0	(127 812)	(327 837)	(471 823)	(619 368)	(632 375)	(645 655)	(659 214)	(673 057)	(687 191)	(701 622)	(5 545 954)
1.3.3.	Zinātnisko asistentu darbaspēka izmaksas	EUR	0	(143 788)	(295 053)	(404 419)	(464 526)	(474 281)	(484 241)	(494 410)	(504 793)	(515 394)	(526 217)	(4 307 123)
1.3.4.	Iekārtu uzturēšana un remonts	EUR	0	0	0	(227 241)	(232 013)	(236 885)	(241 860)	(246 939)	(252 124)	(257 419)	(262 825)	(1 957 305)
1.3.5.	Programmatūras nodrošinājums	EUR	0	(120 000)	(145 000)	(145 000)	(145 000)	(145 000)	(145 000)	(145 000)	(145 000)	(145 000)	(145 000)	(1 425 000)
Polimēra fotonu pusvadītāju ražošana														
1.3.6.	Zinātnieku darbaspēka izmaksas	EUR	0	0	0	(210 635)	(322 588)	(439 149)	(448 371)	(457 787)	(467 401)	(477 216)	(487 238)	(3 310 386)
1.3.7.	Inženieru darbaspēka izmaksas	EUR	0	0	0	(227 486)	(387 105)	(553 328)	(726 362)	(741 615)	(757 189)	(773 090)	(789 325)	(4 955 501)
1.3.8.	Zinātnisko asistentu darbaspēka izmaksas	EUR	0	0	0	(168 508)	(258 070)	(351 319)	(403 534)	(412 009)	(420 661)	(429 495)	(438 514)	(2 882 110)
1.3.9.	Iekārtu uzturēšana un remonts	EUR	0	0	0	0	0	(109 308)	(111 494)	(113 724)	(218 615)	(222 988)	(227 447)	(1 003 575)
1.3.10.	Programmatūras nodrošinājums	EUR	0	0	0	(25 000)	(25 000)	(25 000)	(25 000)	(25 000)	(25 000)	(25 000)	(25 000)	(200 000)
1.3.11.	Ražošanas materiālu izdevumi	EUR	0	0	0	(106 017)	(151 392)	(176 480)	(213 762)	(218 037)	(222 398)	(226 845)	(231 382)	(1 546 313)
Kopējās izmaksas														
1.3.12.	Atbalsta funkciju darbaspēka izmaksas	EUR	0	(396 488)	(406 796)	(672 280)	(686 398)	(700 812)	(715 529)	(730 555)	(745 897)	(761 561)	(777 554)	(6 593 869)
1.3.13.	Palīgmateriālu izdevumi	EUR	0	(25 141)	(25 719)	(131 169)	(133 793)	(136 468)	(139 198)	(141 982)	(144 821)	(147 718)	(150 672)	(1 176 682)
1.3.14.	Telpu uzturēšana	EUR	0	(25 141)	(25 719)	(131 169)	(133 793)	(136 468)	(139 198)	(141 982)	(144 821)	(147 718)	(150 672)	(1 176 682)
1.3.15.	Komunālie maksājumi	EUR	0	(45 469)	(63 656)	(363 749)	(431 951)	(431 951)	(431 951)	(431 951)	(431 951)	(431 951)	(431 951)	(3 496 533)
1.4.	Projektā ieguldītais kapitāls													
1.4.1.	Esošo telpu pielāgošanas izmaksas tirtelpām	EUR	(2 400 000)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(2 400 000)
1.4.2.	Iekārtu iegādes izmaksas	EUR	(8 500 000)	0	0	(7 000 000)	0	0	0	0	0	0	0	(15 500 000)
1.4.3.	Ieguldījums jaunajā ēkā	EUR	(825 000)	(3 300 000)	(9 900 000)	(2 475 000)	0	0	0	0	0	0	0	(16 500 000)
1.4.4.	Tirtelpu izbūve jaunajā ēkā	EUR	0	0	(5 000 000)	(5 000 000)	0	0	0	0	0	0	0	(10 000 000)
1.5.	Neto naudas plūsma	EUR	(11 725 000)	(2 861 773)	(14 604 720)	(14 506 235)	(155 438)	(363 913)	(211 941)	(153 660)	286 912	357 200	14 619 941	(29 318 627)

Pielikums Nr. 5: Diskontētā kapitāla naudas plūsma

2. Diskontēšana														
Reālā finansiālā diskonta likme		%	4,00%											
Projekta dzīves cikls		gadi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Kopā
Diskonta faktors		faktors	1,000	0,962	0,925	0,889	0,855	0,822	0,790	0,760	0,731	0,703	0,676	
Nediskontētā neto naudas plūsma (bez finansēšanas)		EUR	(11 725 000)	(2 791 164)	(14 515 344)	(14 011 317)	410 306	204 507	359 209	420 273	863 684	936 869	15 202 564	(24 645 412)
2.1.	Diskontētie projekta ieņēmumi	EUR	0	1 424 836	1 617 030	3 041 940	3 499 251	3 656 263	3 894 857	3 861 307	4 180 338	4 139 722	4 099 123	33 414 668
2.2.	Projekta atlikusī vērtība	EUR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9 586 256	9 586 256
2.3.	Diskontētās projekta darbības izmaksas	EUR	0	(1 003 464)	(1 344 027)	(3 069 708)	(3 632 120)	(3 955 373)	(4 062 357)	(3 978 076)	(3 970 695)	(3 888 758)	(3 808 670)	(32 713 249)
2.4.	Diskontētais ieguldītais kapitāls	EUR	(11 725 000)	(3 173 077)	(9 153 107)	(8 423 240)	0	0	0	0	0	0	0	(32 474 424)
2.5.	Diskontētā neto naudas plūsma (bez finansēšanas pamatsummas)	EUR	(11 725 000)	(2 751 705)	(8 880 103)	(8 451 008)	(132 869)	(299 110)	(167 500)	(116 769)	209 644	250 964	9 876 708	(22 186 749)
3. Pieņēmumu definēšana finanšu analīzes veikšanai														
			Nediskontēti				Diskontēti							
3.1.	Projekta ieņēmumi	EUR	42 884 965				33 414 668							
3.2.	Diskontētās projekta darbības izmaksas	EUR	14 190 000				9 586 256							
3.3.	Projekta darbības izmaksas	EUR	(41 993 592)				(32 713 249)							
3.4.	Ieguldītais kapitāls	EUR	(44 400 000)				(32 474 424)							
3.5.	Neto naudas plūsma	EUR	(29 318 627)				(22 186 749)							
4. Rādītāju aprēķināšana														
4.1.	Finansiālais kapitāla neto tagadnes ienesīgums (FNPV _k)		(22 186 749)											
4.2.	Finanšu iekšējā kapitāla peļņas norma (FRR _k)		-10,32%											

Pielikums Nr. 6: Sociālekonomiskā analīze

SOCIĀLEKONOMISKĀ ANALĪZE														
		Būvniecības gadi		Darbības gadi										
1. Naudas plūsmas pozīcijas		Gads	0 2024	1 2025	2 2026	3 2027	4 2028	5 2029	6 2030	7 2031	8 2032	9 2033	10 2034	Kopā
1.1.	Projekta sociālekonomiskie ieguvumi													
1.1.1.	Ieņēmumi no ieturētā IIN un VSAIO jaunu darba vietu izveides rezultātā	EUR	0	1 316 193	1 902 831	3 708 329	4 796 662	5 477 073	5 930 387	6 060 872	6 194 098	6 330 121	6 469 001	48 185 566
1.1.2.	PVN, IIN un VSAOI ieņēmumi no ekonomiskās izaugsmes izpētes un attīstības ieguldījumu un būvniecības rezultāti	EUR	0	32 486 951	12 369 923	23 830 771	50 938 096	23 654 306	15 992 496	15 053 748	12 535 223	9 624 419	8 430 821	204 916 755
1.1.3.	PVN, IIN un VSAOI nodokļa ieņēmumi no apmācīto inženieru nodarbinātības sektorā	EUR	0	84 933	187 410	449 809	776 100	1 197 099	1 636 580	2 164 555	2 715 246	3 289 361	3 887 628	16 388 722
1.2.	Projekta ieņēmumi													
	Silīcijas fotonu pusvadītāju testēšanas laboratorija													
1.2.1.	Ieņēmumi no silīcija fotonu pusvadītāju testēšanas	EUR	0	581 041	832 167	970 069	1 174 996	1 198 496	1 222 466	1 246 915	1 271 854	1 297 291	1 323 236	11 118 531
1.2.2.	Ieņēmumi no silīcija fotonu pusvadītāju pētniecības projektu realizācijas	EUR	0	419 020	428 657	437 231	445 975	454 895	463 993	473 272	724 107	738 589	753 361	5 339 100
1.2.3.	Ieņēmumi no silīcija fotonu pusvadītāju laboratorijas nomas	EUR	0	481 768	488 155	517 069	512 760	575 317	640 171	707 389	777 039	849 193	923 922	6 472 782
	Polimēra fotonu pusvadītāju ražošana													
1.2.4.	Ieņēmumi no polimēra fotonu pusvadītāju ražošanas	EUR	0	0	0	1 060 170	1 513 923	1 764 801	2 137 615	2 180 368	2 223 975	2 268 455	2 313 824	15 463 130
1.2.5.	Ieņēmumi no polimēra fotonu pusvadītāju pētniecības projektu realizācijas	EUR	0	0	0	437 231	445 975	454 895	463 993	473 272	724 107	738 589	753 361	4 491 422
1.3.	Projekta atlikusi vērtība	EUR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14 190 000	14 190 000
	Projekta darbības izmaksas													
	Silīcijas fotonu pusvadītāju testēšanas laboratorija													
1.4.1.	Zinātnieku darbspēka izmaksas	EUR	0	(159 764)	(163 918)	(168 508)	(258 070)	(263 490)	(269 023)	(274 672)	(280 440)	(286 330)	(292 343)	(2 416 559)
1.4.2.	Inženieru darbspēka izmaksas	EUR	0	(127 812)	(327 837)	(471 823)	(619 368)	(632 375)	(645 655)	(659 214)	(673 057)	(687 191)	(701 622)	(5 545 954)
1.4.3.	Zinātnisko asistentu darbspēka izmaksas	EUR	0	(143 788)	(295 053)	(404 419)	(464 526)	(474 281)	(484 241)	(494 410)	(504 793)	(515 394)	(526 217)	(4 307 123)
1.4.4.	Iekārtu uzturēšana un remonts	EUR	0	0	0	(227 241)	(232 013)	(236 885)	(241 860)	(246 939)	(252 124)	(257 419)	(262 825)	(1 957 305)
1.4.5.	Programmatūras nodrošinājums	EUR	0	(120 000)	(145 000)	(145 000)	(145 000)	(145 000)	(145 000)	(145 000)	(145 000)	(145 000)	(145 000)	(1 425 000)
	Polimēra fotonu pusvadītāju ražošana													
1.4.6.	Zinātnieku darbspēka izmaksas	EUR	0	0	0	(210 635)	(322 588)	(439 149)	(448 371)	(457 787)	(467 401)	(477 216)	(487 238)	(3 310 386)
1.4.7.	Inženieru darbspēka izmaksas	EUR	0	0	0	(227 486)	(387 105)	(553 328)	(726 362)	(741 615)	(757 189)	(773 090)	(789 325)	(4 955 501)
1.4.8.	Zinātnisko asistentu darbspēka izmaksas	EUR	0	0	0	(168 508)	(258 070)	(351 319)	(403 534)	(412 009)	(420 661)	(429 495)	(438 514)	(2 882 110)
1.4.9.	Iekārtu uzturēšana un remonts	EUR	0	0	0	0	0	(109 308)	(111 494)	(113 724)	(218 615)	(222 988)	(227 447)	(1 003 575)
1.4.10.	Programmatūras nodrošinājums	EUR	0	0	0	(25 000)	(25 000)	(25 000)	(25 000)	(25 000)	(25 000)	(25 000)	(25 000)	(200 000)
1.4.11.	Ražošanas materiālu izdevumi	EUR	0	0	0	(106 017)	(151 392)	(176 480)	(213 762)	(218 037)	(222 398)	(226 845)	(231 382)	(1 546 313)
	Kopējās izmaksas													
1.4.12.	Atbalsta funkciju darbspēka izmaksas	EUR	0	(396 488)	(406 796)	(672 280)	(686 398)	(700 812)	(715 529)	(730 555)	(745 897)	(761 561)	(777 554)	(6 593 869)
1.4.13.	Palīgmateriālu izdevumi	EUR	0	(25 141)	(25 719)	(131 169)	(133 793)	(136 468)	(139 198)	(141 982)	(144 821)	(147 718)	(150 672)	(1 176 682)
1.4.14.	Telpu uzturēšana	EUR	0	(25 141)	(25 719)	(131 169)	(133 793)	(136 468)	(139 198)	(141 982)	(144 821)	(147 718)	(150 672)	(1 176 682)
1.4.15.	Komunālie maksājumi	EUR	0	(45 469)	(63 656)	(363 749)	(431 951)	(431 951)	(431 951)	(431 951)	(431 951)	(431 951)	(431 951)	(3 496 533)
1.5.	Projektā ieguldītais kapitāls													
1.5.1.	Esošo telpu pielāgošanas izmaksas tīrtelpām	EUR	(2 400 000)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(2 400 000)
1.5.2.	Iekārtu iegādes izmaksas	EUR	(8 500 000)	0	0	(7 000 000)	0	0	0	0	0	0	0	(15 500 000)
1.5.3.	Ieguldījums jaunajā ēkā	EUR	(825 000)	(3 300 000)	(9 900 000)	(2 475 000)	0	0	0	0	0	0	0	(16 500 000)
1.5.4.	Tīrtelpu izbūve jaunajā ēkā	EUR	0	0	(5 000 000)	(5 000 000)	0	0	0	0	0	0	0	(10 000 000)
1.6.	Neto naudas plūsma	EUR	(11 725 000)	31 026 304	(144 556)	13 482 675	56 355 419	29 964 565	23 347 523	23 125 514	21 731 478	19 601 101	33 407 391	240 172 415

Pielikums Nr. 7: Diskontētā analīze sociālekonomiskajiem ieguvumiem

2. Diskontēšana														
Reālā sociālā diskonta likme		%	5,00%											
Projekta dzīves cikls		gadi faktors	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Kopā
Diskonta faktors			1,000	0,952	0,907	0,864	0,823	0,784	0,746	0,711	0,677	0,645	0,614	
Nediskontētā neto naudas plūsma		EUR	(11 725 000)	31 026 304	(144 556)	13 482 675	56 355 419	29 964 565	23 347 523	23 125 514	21 731 478	19 601 101	33 407 391	240 172 415
2.1.	Diskontētie sociālekonomiskie ieguvumi	EUR	0	32 274 360	13 115 795	24 177 872	46 491 622	23 763 156	17 580 434	16 544 075	14 514 527	12 404 790	11 533 865	212 400 496
2.2.	Diskontētie projekta ieņēmumi	EUR	0	1 411 266	1 586 376	2 955 853	3 367 839	3 485 440	3 677 526	3 611 126	3 872 253	3 798 110	3 725 044	31 490 833
2.3.	Projekta atlikusi vērtība	EUR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8 711 429	8 711 429
2.4.	Diskontētās projekta darbības izmaksas	EUR	0	(993 907)	(1 318 548)	(2 982 834)	(3 495 718)	(3 770 576)	(3 835 680)	(3 720 329)	(3 678 060)	(3 567 856)	(3 461 097)	(30 824 606)
2.5.	Diskontētais ieguldītais kapitāls	EUR	(11 725 000)	(3 142 857)	(13 514 739)	(12 504 049)	0	0	0	0	0	0	0	(40 886 646)
2.6.	Diskontētā neto naudas plūsma (bez finansēšanas)	EUR	(11 725 000)	29 548 861	(131 116)	11 646 841	46 363 743	23 478 021	17 422 281	16 434 871	14 708 720	12 635 045	20 509 240	180 891 507
3. Pieņēmumu definēšana sociālekonomiskās analīzes veikšanai														
			Nediskontēti					Diskontēti						
3.1.	Projekta sociālekonomiskie ieguvumi	EUR	269 491 042					212 400 496						
3.2.	Projekta ieņēmumi	EUR	16 457 630					31 490 833						
3.4.	Projekta atlikusi vērtība	EUR	14 190 000					8 711 429						
3.5.	Projekta darbības izmaksas	EUR	(41 993 592)					(30 824 606)						
3.6.	Ieguldītais kapitāls	EUR	(44 400 000)					(40 886 646)						
3.7.	Neto naudas plūsma	EUR	213 745 081					180 891 507						
4. Rādītāju aprēķināšana														
4.1.	Ekonomiskā neto pašreizējā vērtība (ENPV)		180 891 507											
4.2.	Ekonomiskā ienesīguma norma (ERR)		199,36%											
4.3.	Ieguvumu un izmaksu attiecība (B/C)		3,52											

Pielikums Nr. 8: ES fondu apskats

Pētījumā tika apskatīts Atveseļošanās un noturības mehānismu (ANM) ziņojumi, apskatot finanšu apmēru katrai valstij atvēlēts piešķirt mehānisma ietvaros, balstoties uz 2021. gada 12. februāra Eiropas Parlamenta un Eiropas Komisijas Regulu Nr. 2021/241. Katrai no valstīm, ANM ietvaros, bija iespēja saņemt finansiālu atbalstu šādām jomām:

1. Zaļā pāreja (*Green transition*);
2. Gudra, ilgtspējīga un iekļaujoša izaugsme (*Smart, sustainable and inclusive growth*);
3. Sabiedrības un teritoriālā kohēzija (*Social and territorial cohesion*);
4. Veselības un ekonomikas, sabiedrības un institucionālā noturība (*Health and economic, social and institutional resilience*);
5. Digitālā transformācija (*Digital transformation*);
6. Nākamās paaudzes politikas veidošana (*Policies for the next generation*).

Tā, piemēram, Zviedrija veiks ieguldījumus 1., 3., 4. un 6. prioritātē, Somija veiks ieguldījumus 1., 4. un 5. prioritātē, Dānija veiks ieguldījumus 1. un 5. prioritātē, Nīderlande veiks ieguldījumus 1., 5. un 6. prioritātē, Beļģija veiks ieguldījumus 1., 2., 3., 5. un 6. prioritātē un, visbeidzot, Latvija veiks ieguldījumus 1., 4. un 5. prioritātē. Katra Eiropas Savienības dalībvalsts bija tiesīga noteikt ANM ieguldījumu prioritātes un iesniegt tās izvērtēšanai un apstiprināšanai Eiropas Komisijā, lai gūtu atbalstu tajās nozarēs, kas, pirmkārt, Covid-19 pandēmijas laikā tika pakļautas lielākajam riskam un, otrkārt, var veicināt nākotnes krīžu pārvarēšanu.

Vairāk par ANM finansējuma sadalījumu var uzzināt šeit – (Regulation (EU) 2021/241 of the European Parliament and of the Council of 12 February 2021 establishing the Recovery and Resilience Facility - <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32021R0241>), savukārt vairāk par Eiropas Savienības dalībvalstu izvēlētajām prioritātēm var uzzināt šeit – (Country pages - https://commission.europa.eu/business-economy-euro/economic-recovery/recovery-and-resilience-facility/country-pages_en)

Turpinājumā, tika apskatīti Eiropas Savienības Kohēzijas politikas rādītāji NUTS2 līmeņu dalījumā, lai gūtu ieskatu gan pētījumā apskatāmo valstu vispārējā attīstības līmenī, gan pētījumā apskatāmo valstu Kohēzijas politikas finansējuma apmēru 2021.-2027. gada plānošanas periodā. Kohēzijas politikā NUTS2 reģioni tiek iedalīti trīs kategorijās:

- 1. kategorijas reģioni – IKP uz personu pārsniedz 100% no Eiropas Savienības vidējā rādītāja;
- 2. kategorijas reģioni – IKP uz personu ir starp 75% un 100% no Eiropas Savienības vidējā rādītāja;
- 3. kategorijas reģioni – IKP uz personu ir zem 75% no Eiropas Savienības vidējā rādītāja.

Balstoties uz Eiropas Komisijas publiskoto informāciju, pētījuma autori var norādīt, ka:

- Zviedrijā 7/8 reģioniem ir 1. kategorijas reģioni un 1/8 reģioniem ir 2. kategorijas reģions;
- Somijā 2/5 reģioniem ir 1. kategorijas reģioni un 3/5 reģioniem ir 2. kategorijas reģioni;
- Dānijā 4/5 reģioniem ir 1. kategorijas reģioni un 1/5 reģioniem ir 2. kategorijas reģions;
- Nīderlandē 9/12 reģioniem ir 1. kategorijas reģioni un 3/12 reģioniem ir 2. kategorijas reģioni;

- Beļģijā 6/11 reģioniem ir 1. kategorijas reģioni, 4/11 reģioniem ir 2. kategorijas reģioni un 1/11 reģioniem ir 3. kategorijas reģions;
- Latvijā 1/1 reģiona ir 3. kategorijas reģions.

Savukārt, raugoties uz kopējo 2021.-2027. gada plānošanas periodā piešķirto Kohēzijas politikas finansējumu šajā pētījumā apskatāmajām valstīm, jāizceļ, ka:

- Zviedrija kopsummā saņems 1,72 mljrd. EUR;
- Somija – 1,95 mljrd. EUR;
- Dānija – 349 milj. EUR;
- Nīderlande – 1,54 mljrd. EUR;
- Beļģija – 2,5 mljrd. EUR;
- Latvija – 4,43 mljrd. EUR.

2021-2027 - Goal: Investment in Jobs and Growth - Initial EU allocation by MS for programming (EUR current prices)



Attēls 3.4 Pētījumā apskatīto valstu Kohēzijas politikas finansējuma sadalījums

Vairāk par pētījumā apskatīto valstu NUTS2 reģionu attīstības līmeni var uzzināt šeit – (2021-2027 Cohesion policy legislative framework - <https://cohesiondata.ec.europa.eu/stories/s/2021-2027-EU-allocations-available-for-programming/2w8s-ci3y/>), savukārt vairāk par Kohēzijas politikas finansējuma sadalījumu var uzzināt šeit – (Investment in Growth and Jobs goal - <https://cohesiondata.ec.europa.eu/2021-2027-Finances/Copy-of-Copy-of-2021-2027-Investment-in-Growth-and/h9ie-t5j7>)

Turpinājumā, tika apskatīti dati par katras valsts % ieguldījumu terciārajā izglītībā pret valsts IKP 2020. gadā. Ar šāda rādītāja iekļaušanu pētījumā, tika uzskatāmi demonstrēti – ieguldījumi izglītības programmās un resursos, kas saistīti ar iedzīvotāju izglītības iegūšanu pēc vidējās izglītības iegūšanas, ir cieši saistīti ar vispārējo valsts attīstības līmeni, inovāciju reitinga pozīciju, kā arī vispārējo valsts un tās iedzīvotāju labklājību. Tālāk, tika izgūti dati par katras pētījumā apskatāmās valsts IKP absolūto summu, lai varētu iegūt cik daudz katra valsts, balstoties uz % rādītāju pret IKP, iegulda terciārās izglītības sektorā. Iegūtā informācija sniedz ieskatu tajā, kāda ir valstu terciārās izglītības finansēšana un tās apjoms, kas ciešā veidā korelē ar valsts inovāciju potenciālu, iedzīvotāju izglītības līmeni un vispārējiem ekonomiskajiem rādītājiem.

Vairāk var uzzināt šeit – (Public spending on education - <https://data.oecd.org/eduresource/public-spending-on-education.htm#indicator-chart>) un šeit (Gross domestic product – <https://data.oecd.org/gdp/gross-domestic-product-gdp.htm#indicator-chart>)

Papildu augstākminētajam, tika apskatīts katras valsts FDI (*Foreign Direct Investment*) jeb ārvalstu tiešie ieguldījumi, kas ir īpašumtiesību daļa ārvalstu uzņēmumā vai projektā, ko

veic citas valsts ieguldītājs, uzņēmums vai valdība. Šī īpašumtiesību daļa tiek izteikta valūtā un, caur tās apskatīšanu un analizēšanu, ir iespējams izdarīt secinājumus par to cik pievilcīga uzņēmējdarbības un ieguldījumu vide ir katrā konkrētajā valstī. Jāuzsver, ka FDI, kā rādītājs, sevī iekļauj gan privātos ieguldījumus, gan fondu kapitālu ieguldījumus, kā arī pārnacionālus un starpvaldību ieguldījumus dažādās pasaules valstīs. Tā bulā apkopotie dati ir par 2021. gadu un tie nav skatāmi kā neapgāžams fakts tam, ka viena vai otra pētījumā apskatītā valsts ir vairāk attīstīta par citām. Svarīgi nospraust robežas apkopotajiem datiem un vispārējai valsts attīstībai – ņemot vērā, ka informācija apkopota par 2021. gadu un to, ka FDI tiek mērīts pēc ieguldījumu apmēra valstī pret ieguldījumu apmēru, ko konkrētās valsts aktori veic ārpus valsts, pētījuma autori vēlas uzsvērt, ka FDI ir skatāms kā rādītājs vispārējai investīciju pievilcībai konkrētā valstī, bet tas nav viennozīmīgs rādītājs tam, ka konkrēta valsts ir vairāk ekonomiski attīstīta par kādu citu valsti. Tālāk, tika veikts detalizēts apkopojums par katru no augstākošoajā tabulā minētajām valstīm un to pusvadītāju nozares apskatu kā no tehnoloģiskā, tā ekonomikas ietekmes un tirgus daļas skatupunkta.

Visbeidzot, lai aptvertu iespējami plašu skatījumu par katru no pētījumā apskatītajām Eiropas Savienības dalībvalstīm un gūtu ieskatu ne tikai katras valsts inovāciju potenciālā, bet arī mērķēti apskatītu valstu pusvadītāju nozares un to panākumus un aktualitātes, tika veikts interneta resursu apskatu un sniedz īsu aprakstu par katras pētījumā apskatāmās valsts pusvadītāju nozari, tās kapacitāti, pētījumiem un tirgus daļu pasaulē.

Beļģija

Pirms tiek veikts padziļināts Beļģijas pusvadītāju nozares apskats, nepieciešams atzīmēt valsts kopējo inovāciju potenciālu un valsts vietu starp Eiropas Savienības valstīm inovāciju reitingā. 2022. gadā Beļģijas inovāciju potenciāls tika novērtēts ar 128,8 punktiem, kas to ierindo inovāciju līderu vidū Eiropas Savienībā, tādējādi valstij ieņemot 5. vietu no 27 dalībvalstīm. Par stiprajām pusēm tiek uzskatīta informāciju tehnoloģiju nozare, augstais ārvalstu doktorantūras studentu skaits, kā arī inovatīvu uzņēmumu savstarpējā sadarbība.

Raugoties uz kopējo Beļģijas pusvadītāju un čipu tirgu, jānorāda, ka 2023. gadā prognozēts, ka tiks sasniegts 1,93 mljrd. USD apjoms, kur dominējošu pozīciju ieņem integrētās shēmas ar 1,55 mljrd. USD apjomu no kopējā. Papildu, ir sagaidāms, ka līdz 2027. gadam šim tirgus segmentam vidējā ikgadējā izaugsme būs tuvu 7% un 2027. gadā pusvadītāju tirgus vērtība pārsniegs 2,5 mljrd. USD robežu. Jāuzsver, ka Beļģija kļūst par vienu no vadošajiem pusvadītāju centriem Eiropas Savienībā, ja runa ir par pētniecību un attīstību, kā arī globāla mēroga aktoru piesaisti pusvadītāju nozarei valstī.

Vairāk var uzzināt šeit – (Semiconductors – Belgium - <https://www.statista.com/outlook/tmo/semiconductors/belgium>)

Beļģijā bāzētais klasteris “IMEC” norāda, ka tas cieši sadarbojas ar plašu tīklu partneru – uzņēmējiem, valdību un augstskolām, tādējādi nodrošinot zinātnes un pētniecības attīstību kā Beļģijā, tā plašāk. Uzņēmums norāda, ka tā īpašumā ir infrastruktūra pusvadītāju ražošanai vairāk kā 2,5 mljrd. EUR vērtībā, vairāk kā 5 500 vadošo zinātnieku no 96 valstīm, kā arī ekosistēma ar vairāk kā 600 dalībniekiem visā pasaulē. Par galvenajiem virzieniem, ko “IMEC” attīsta var uzskatīt šos:

- fotolitogrāfijas tālāka attīstība
- jaunu materiālu un tranzistoru arhitektūras izpēte
- dizaina un tehnoloģiju kopoptimizācija (design technology co-optimising – DTCO)
- inovācijas līnijas aizmugurējā daļā (back-end operational line – BEOL)

Vairāk var uzzināt šeit – (About IMEC- <https://www.imec-int.com/en/about-us>)

BelGaN ir uzņēmums, kas Beļģijā vēsturiski izvērsis plašu darbību autoindustrijā, medicīnas iekārtu un risinājumu attīstībā, kā arī vispārīgi industriālā nozarē. Šobrīd uzņēmums

aktīvi darbojas augstākminētajās nozarēs, uzmanību un resursus veltot GaN pusvadītāju attīstīšanai un ražošanai sev piederošajā pusvadītāju pamatņu ražotnē. Uzņēmums veic aktīvu darbu pie tā, lai veicinātu savstarpējos kontaktus un sadarbību ar citiem uzņēmumiem, reģionu tehniskajiem centriem, kā arī augstskolām, lai varētu sniegt aizvien plašāku atbalstu “GaN ielejas” ekosistēmas ietvaros. Jānorāda, ka BelGaN sadarbojas arī ar valsts un pašvaldību institūcijām, tādējādi veicinot gan ekonomisko attīstību, gan arī nodrošinot inovāciju ceļakartes ieviešanu Beļģijā un tās reģionos.

Vairāk var uzzināt šeit – (About BelGaN - <https://www.belgan.com/index.php/en/home-page/>)

Par vienu no lielākajiem izrāvieniem pusvadītāju nozarē Beļģijā var uzskatīt 2023. gada jūlijā ziņoto par aptuveni 1,6 mljrd. EUR ieguldīšanu “IMEC” ražotnes attīstīšanā Beļģijā, kas ir kopīgs Beļģijas valdības un Eiropas Savienības ieguldījums. Kā norāda Beļģijas valdības vadītājs, tad šis ieguldījums nesīs dividendes ne tikai finansiālā ziņā, bet arī caur sabiedrības guvumu.

Vairāk var uzzināt šeit – (EU and Belgium invest \$1.6 billion in chip technology firm Imec - <https://www.reuters.com/technology/eu-belgium-invest-16-bln-chip-technology-firm-imec-2023-07-07/>)

Savukārt, raugoties no pusvadītāju pētniecības un attīstības skatupunkta, par ļoti svarīgu pagrieziena punktu var uzskatīt 2022. gada nogalē noslēgto vienošanos starp Japānas un Beļģijas valdībām un uzņēmējiem, kuri vienojušies ieguldīt finanses, lai veicinātu pusvadītāju izpēti un attīstību, ar mērķi ražot pusvadītājus Japānā. Šajā sadarbības konsorciā ietilpst Japānas uzņēmums “Rapidus”, ko veido Japānas vadošie autoindustrijas, elektrotehnikas un pusvadītāju ražotāji un “IMEC”, kas ir vadošie eksperti pusvadītāju jomā Beļģijā. Ņemot vērā Japānas valdības vēlmi nodrošināt iespējami neatkarīgu pusvadītāju izpēti un ražošanu, valdība šīm aktivitātēm paredzējusi aptuveni 510 milj. USD, kas tiks izmantoti ciešā sadarbībā ar valsts stratēģisko attīstības partneri – ASV.

Vairāk var uzzināt šeit – (Japan, Belgium to cooperate in semiconductor production, development - <https://www.pbs.org/newshour/world/japan-belgium-to-cooperate-in-semiconductor-production-development>)

Apskatot informāciju par Beļģijas FDI, jānorāda, ka 2021. gadā FDI apmērs bija 11,5 mljrd. USD jeb 10,5 mljrd. EUR. Par galvenajām Beļģijas priekšrocībām ārvalstu ieguldījumu piesaistē var uzskatīt valsts ģeogrāfisko novietojumu – krustceļā starp Eiropas vadošajiem tirgiem –, kā arī jāuzsver tas, ka darbaspēks ir augsti kvalificēts, labi izglītots, fleksibls un daudzvalodīgs. Papildu tam, ir spēcīga un attīstīta uzņēmējdarbības un transporta loģistika, kā arī vēsturiski Beļģija ir bijusi atvērta starptautiskajai tirdzniecībai. Raugoties uz Beļģijas vājajām pusēm, jānorāda, ka darbaspēka izmaksas ir augstas, kā arī uzņēmējiem jāmaksā salīdzinoši augsti nodokļi. Papildu, Beļģijas ekonomikas pievilcība ir cieši saistīta ar Eiropas stabilitāti, kā arī ar valsts iekšējo politisko sašķeltību starp Valoniju un Flandriju.

Vairāk var uzzināt šeit – (Foreign direct investment (FDI) in Belgium - <https://www.lloydsbanktrade.com/en/market-potential/belgium/investment>)

Zviedrija

Apskatot Eiropas Savienības inovāciju reitingu, Zviedrija 2022. gadā saņēma 135,7 punktus, kas to ierindo inovāciju līderu rangā, ko pastiprina fakts, ka Zviedrija ieņem 1. vietu no 27 dalībvalstīm. Par Zviedrijas stiprajām pusēm, raugoties no inovāciju skatupunkta, tiek uzskatīts augstais informācijas tehnoloģiju nozarē nodarbināto skaits, augstais ārvalstu doktorantūras studentu skaits, kā arī mūžizglītības prevalence sabiedrībā.

Zviedrijas inovāciju un zinātnes nozare tiek ilggadēji atbalstīta gan no valsts valdības puses, gan caur SIDA (Zviedrijas starptautiskās attīstības sadarbības aģentūru). Par galvenajiem virzieniem, kas noteikti Zviedrijas inovāciju un zinātnes nozarei tiek definēti:

- Atbalstīt zinātnes sistēmu attīstību partnervalstīs;

- Atbalstīt vērtīgu zinātnes panākumu un rezultātu attīstību;
- Uzlabot pētniecības un zinātnes saites starp Zviedriju un tās partnervalstīm;
- Veidot dinamisku zinātnes un pētniecības tīklu;
- Nodrošināt SIDA un Zviedrijas Ārlietu ministriju ar informāciju un zināšanām cīņā pret nabadzību.

SIDA atbalsta programma paredz, ka finansējums tiek piešķirts uz 4-5 gadiem un tā apjoms svārstās no 17 milj. EUR līdz 23 milj. EUR katram pieteicējam. Tiesa, lai pretendētu uz SIDA finansējumu, institūcijai ir jāiesniedz 10 gadu pētniecības plāns, norādot kur tieši nepieciešami maģistra grāda turētāji un zinātņu doktori, kā arī sniedzot skaidrojumu kāpēc šī nozare ir svarīga. Jāuzsver, ka SIDA atbalsta programma zinātnei un inoācijām ir paredzēta kopīgu pieteikumu iesniegšanai, kur Zviedrijā bāzēta zinātniskā institūcija vai augstskola iesniedz kopīgu pieteikumu ar kādu no Zviedrijas valdības noteiktajām partnervalstīm.

Vairāk var uzzināt šeit – (Funding instruments and modalities in Swedish Development Assistance to research - <https://web-archive.oecd.org/2013-11-26/257461-Funding%20instruments%20Sweden.pdf>)

Papildu SIDA atbalsta programmām, ir arī SSF (Zviedrijas stratēģiskās zinātnes fonds), kas 2023. gadā piešķīra finansējumu 5,2 milj. EUR apmērā pētījumam “Chalmers-Lund Center for Advanced Semiconductor System Design, ClassIC”. Šī pētījuma mērķis ir veicināt un stiprināt Zviedrijas pozīcijas pusvadītāju dizainēšanas jomā, kā arī veicināt Zviedrijas zinātnieku un pusvadītāju industrijas pārstāvju kompetences. SSF piešķirtais finansējums tiek pozicionēts kā Eiropas Čipu Aktā iesaistīšanos veicinošs pasākums. Papildu tam, SSF norāda, ka Zviedrijā šobrīd nav liela mēroga pusvadītāju industrijas kā tādas, bet ir pusvadītāju sistēmu industrija, kur šī tehnoloģija tiek plaši pielietota.

Vairāk var uzzināt šeit – (Swedish Foundation for Strategic Research - <https://strategiska.se/en/a-new-start-for-swedish-semiconductor-design>)

Kopumā, veicot Zviedrijas elektrotehnoloģiju un pusvadītāju tehnoloģiju apskatu, var secināt, ka Zviedrijā ir vairāk kā 3 600 uzņēmumu, kā galvenais darbības virziens ir elektrotehnoloģiju pakalpojumu sniegšana, preču ražošana vai iekārtu apkalpošana. Kopumā, šajos uzņēmumos strādā vairāk kā 50 000 cilvēku un ikgadējais šo uzņēmumu pārdošanas apjoms pārsniedz 13 mljrd. EUR. Savukārt, ja uz elektrotehnoloģiju nozari raugās plašāk, iekļaujot uzņēmumus, kas lielākā vai mazākā kapacitātē ir saistīti ar konkrēto tehnoloģiju nozari un, attiecīgi, ar pusvadītāju pieejamību un apriti, kopējais nodarbināto skaits šajā nozarē ir aptuveni 300 000 cilvēku ar kopējo ikgadēju apgrozījumu 87,4 mljrd. EUR. Jānorāda, ka Zviedrijas pusvadītāju nozari var dalīt divās kategorijās – pusvadītāju pārdošana un pusvadītāju pirkšana. Pie pusvadītāju pirkšanas, lielākie uzņēmumi ir Ericsson, ABB, Volvo, Scania un Saab. Lielākais Zviedrijas izaicinājums ar pusvadītāju pircējiem ir tas, ka pusvadītāji tiek iegādāti no ražotājiem ārpus Zviedrijas un Eiropas Savienības, tādējādi, vājinot Zviedrijas pozīcijas šajā nozarē. Savukārt, raugoties uz pusvadītāju pārdošanas uzņēmumiem, tādi ir aptuveni 60 uzņēmumi, kur strādā aptuveni 2 300 darbinieki un aptuvenais ikgadējais finanšu guvums ir 437 milj. EUR. Jānorāda, ka lielākā daļa uzņēmumu, kas tiešā veidā strādā pusvadītāju nozarē ir vairāk tendēti un pusvadītāju dizainēšanu un izpēti.

Vairāk var uzzināt šeit – (Sweden in the semiconductor world – analysis and proposals for strategy - <https://www.ri.se/sites/default/files/2022-04/RISE-semiconductor-analysis-2022.pdf>)

Raugoties uz Zviedrijas pusvadītāju nozari no zinātnes kapacitātes skatupunkta, jānorāda, ka vadošie reģioni NUTS2 klasifikatorā ir Augšējā Norlande (*Upper Norland*) ar 26% no kopējā finansējuma apmēra un Vidus Norlande (*Middle Norland*) ar 21% no kopējā finansējuma apmēra. Šāds finansējuma sadalījums saistīts ar šajos divos NUTS2 reģionos

esošo augstskolu – Lulea Tehniskās universitātes un Umea universitātes atrašanās vietu un izvēlēto specializāciju pusvadītāju jomā un, plašāk, augsto tehnoloģiju nozarē. Papildu, finansējums šajos divos reģionos tiek piešķirts Umea Biotehnoloģiju inkubatoram un Pitea Zinātnes parkam. Tāpat, Vidusszviedrijas universitāte saņem ievēroju finansējumu no Eiropas Savienības fondiem augsto tehnoloģiju un pusvadītāju nozares pētniecībai.

Vairāk var uzzināt šeit – (Cohesion Policy in Northernmost Regions of the EU - [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2022/699657/IPOL_STU\(2022\)699657_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2022/699657/IPOL_STU(2022)699657_EN.pdf) (48., 49. lpp.))

Apskatot informāciju par Zviedrijas FDI, jānorāda to, ka kopējā ienākošā FDI summa 2021. gadā sasniedza 27 mljrd. USD jeb 24,6 mljrd. EUR. Par galvenajām Zviedrijas priekšrocībām, raugoties no ārējo ieguldījumu skatupunkta, var uzskatīt to, ka valsts politiskā un ekonomiskā situācija ir stabila un ir radīta pievilcīga uzņēmējdarbības vide. Tāpat, uzņēmēji maksā vienus no zemākajiem nodokļiem visā Eiropas Savienībā. Papildu, darbaspēks Zviedrijā ir augsti kvalificēts un darba tirgus ir brīvi pieejams, dažāds un ļoti konkurētspējīgs. Raugoties uz Zviedrijas trūkumiem, jāizceļ augstās darbaspēka izmaksas, kā arī Zviedrijas likumi, kas izteikti nostājas darba ņēmēju pusē, nosakot par obligātu prasību veidot arodorganizācijas.

Vairāk var uzzināt šeit – (Foreign direct investment (FDI) in Sweden - <https://www.lloydsbanktrade.com/en/market-potential/sweden/investment>)

Dānija

Dānija Eiropas Savienības inovāciju reitingā 2022. gadā saņēma 134,8 punktus, kas to ierindo starp inovāciju līderiem, nodrošinot 3. vietu no 27 Eiropas Savienības dalībvalstīm. Par valsts inovāciju potenciāla stiprajām pusēm tiek uzskatīts augstais ārvalstu doktorantūras studentu skaits, mūžizglītības pieejamība plašai sabiedrībai kā arī videi draudzīgu tehnoloģiju attīstītība augstā līmenī.

Raugoties uz kopējo Dānijas pusvadītāju un čipu tirgu, jānorāda, ka tas, salīdzinājumā ar citām pētījumā apskatītajām valstīm nav tik liels – 428 milj. USD 2023. gadā. Līdzīgi kā Beļģijā, arī Dānijā šī tirgus lielāko daļu sastāda integrētās shēmas, kā tirgus daļa lēšana aptuveni 287 milj. USD apmērā. Tajā pat laikā, arī Dānijas pusvadītāju un čipu tirgus segmentam tiek paredzēta pakāpeniska attīstība līdz 2027. gadam, kad paredzēts, ka kopējā tirgus vērtība sasniegs teju 560 milj. USD. Iemesls kāpēc Dānijas pusvadītāju tirgus strauji attīstās saistīts ar valsts noteikto ekonomikas un enerģētikas uzsvāru – aizvien vairāk un vairāk virzīties uz atjaunojamās enerģijas tehnoloģiju apgūšanu un vispārīgu zaļo tehnoloģiju attīstību.

Vairāk var uzzināt šeit – (Semiconductors – Denmark - <https://www.statista.com/outlook/tmo/semiconductors/denmark>)

Dānijā bāzētais tīkls “Capgemini” sadarbojas ar uzņēmējiem, kuri vēlas savos uzņēmumos ieviest jaunus tehnoloģiskos risinājumus un sekot līdzi laikam. Tīklam ir pieredze sniegt šādu atbalstu vairāk kā 50 gadu garumā un mūsdienās, tā galvenais fokuss ir vērsts uz lielo datu apgūšanu, mākslīgā intelekta risinājumiem, to savietojamību ar konkrētiem uzņēmumiem, kā arī darbs ar digitālo inženieriju un digitālo platformu attīstību. “Capgemini” piedāvā plašu pakalpojumu klāstu interesentiem, piemēram, “Industry 4.0” ietvaros šis tīkls liek uzsvāru uz datu, interneta tehnoloģiju u.c. aspektu nozīmību, norādot, ka dati nodrošina iepriekš nepieredzētus lietošanas gadījumus, sākot no simulācijām, attālinātām darbībām un produktu un procesu digitalizācijas, līdz autonomiem transportlīdzekļiem, savienotiem produktiem, pārdomātu klientu pieredzi un jauniem kā pakalpojuma modeļiem.

Vairāk var uzzināt šeit – (SEMICONDUCTOR CAPGEMINI - <https://www.capgemini.com/dk-en/industries/manufacturing/semiconductor/>) un šeit – (INTELLIGENT INDUSTRY CAPGEMINI - <https://www.capgemini.com/dk-en/services/intelligent-industry/>)

Raugoties detalizēti uz pusvadītāju un to sastāvdaļu ražošanu un eksportu 2022. gadā Dānijā, pētījuma autori vēlas izcelt faktu, ka kopējais pusvadītāju, LED diožu, tranzistoru u.c. detaļu eksporta apjoms sasniedz 99 milj. USD, kas, salīdzinājumā ar 2021. gadu ir kritums par 2 milj. USD. Kopumā, tiešo pusvadītāju un to sastāvdaļu eksports sastādīja 0,08% no kopējā Dānijas eksporta apjoma 2022. gadā. Kā lielākos eksporta tirgus šajā nozarē Dānijā jāizceļ ASV ar 18% no kopējā apjoma, Vācija ar 15,6%, Polija ar 10,7% un Zviedrija ar 9,5% no pusvadītāju eksporta apjoma. Savukārt, raugoties uz šīs pašas nozares importa rādītājiem par 2022. gadu, kopējais apjoms sasniedza 638 milj. USD, kas, salīdzinot ar 2021. gadu ir palielinājums par 132%. Par lielākajiem importa partneriem uzskatāmi Ķīna ar 53% no kopējā importa apjoma, Vācija ar 15,2% un Nīderlande ar 12,6% no kopējā pusvadītāju importa apjoma 2022. gadā.

Vairāk var uzzināt šeit – (Denmark | Imports and Exports - <https://trendeconomy.com/data/h2/Denmark/8541>)

Apskatot informāciju par Dānijas FDI, jāizceļ, ka kopējā ienākošā FDI summa 2021. gadā sasniedza 4,6 mljrd. USD jeb 4,2 mljrd. EUR. Par galvenajām Dānijas stiprajām pusēm ārvalstu ieguldījumu piesaistē jāsauc darbaspēka augstā kvalifikācija, politiskā stabilitāte valstī, augsti attīstīta valsts un uzņēmējdarbības infrastruktūra kā arī banku sektora stabilitāte. Savukārt, par Dānijas vājajām pusēm var uzskatīt salīdzinoši mazo vietējo tirgu, augstos uzņēmējdarbības veikšanas nodokļus un lielu proporciju no darbaspēka, kas atkarīgs no valsts pārvaldes nodarbinātības iespējām.

Vairāk var uzzināt šeit – (Foreign direct investment (FDI) in Denmark - <https://www.loydsbanktrade.com/en/market-potential/denmark/investment>)

Nīderlande

Nīderlande 2022. gada Eiropas Savienības inovāciju reitingā saņēma 129,3 punktus, kas to ierindo starp inovāciju līderiem un nodrošina 4. vietu no 27 Eiropas Savienības dalībvalstīm. Raugoties uz valsts stiprajām pusēm, reitingā norādīts augstais iedzīvotāju prasmju līmenis digitālo tehnoloģiju jomā, mūžizglītības pieejamība sabiedrībai, kā arī informāciju tehnoloģiju nozarē nodarbināto skaits.

Viens no Eiropas Savienības vadošajiem pusvadītāju iekārtu ražotājiem – “ASML” – atrodas Nīderlandē un šis uzņēmums piedāvā pilnu pusvadītāju ražošanas ciklu, iekārtas, programmatūru un iekārtu un programmatūras apkalpošanu, kā arī ar pusvadītājiem saistītus pakalpojumus. “ASML” uzskatāms par Eiropas Savienības flagmani silikona litogrāfijas tehnoloģijas izmantošanā. Balstoties uz uzņēmuma publicēto informāciju, 2021. gadā pasaulē esošie pusvadītāju ražotāji tirgū realizēja 1,15 trilj. pusvadītāju, savukārt, 2022. gadā pusvadītāju tirgus vērtība pārsniedza 570 mljrd. USD.

Vairāk var uzzināt šeit – (ASML About the company - <https://www.asml.com/en/company>) un šeit - (ASML The basics of microchips - <https://www.asml.com/en/technology/all-about-microchips/microchip-basics>)

Nīderlandē izveidots pusvadītāju un čipu kontaktpunkts šai nozarei “High Tech NL Semiconductors”, kas ir daļa no “Silicon European Alliance”. Šī kontaktpunkta mērķis ir veicināt sadarbību starp pusvadītāju ražotājiem, augstskolām, kā arī starptautiskajām organizācijām, vēstniecībām un dažādu Eiropas Savienības reģionu attīstības aģentūrām. Par centrālo kontaktpunkta atrašanās vietu var uzskatīt “Noviotech” kampusu, kas atrodas Nijmegenā.

Vairāk var uzzināt šeit – (High Tech NL – Semiconductors - <https://www.hightechnl.nl/semiconductors/>)

Kopumā raugoties uz Nīderlandes pusvadītāju nozari, jāatzīmē, ka Nīderlande, kā valsts, ir viena no retajām pasaulē, kas var nodrošināt pilnas aprites pusvadītāju un čipu virzīšanu tirgū – pētniecība, čipu dizains, čipu arhitektūra, ražošana un iekārtas, kas

nepieciešamas pusvadītāju un čipu ražošanai ir pieejamas valstī. Tikai dažas valstis – ASV, Ķīna un Japāna var nodrošināt šāda līmeņa un apmēra pusvadītāju ražošanu un virzīšanu tirgū.

Vairāk var uzzināt šeit – (Semiconductors in the Netherlands - <https://www.statista.com/topics/7279/semiconductor-companies-in-the-netherlands/#topicOverview>)

Nemot vērā faktu, kas pusvadītāju ražošana ir ne tikai ienesīgs uzņēmējdarbības virziens, bet arī augsta mēroga starptautiskās politikas un starptautiskās drošības jautājums, 2023. gada vasarā Nīderlandes valdība pieņēma lēmumu ierobežot pusvadītāju ražošanai nepieciešamo iekārtu importu no Ķīnas, kā galveno iemeslu norādot valsts drošības aspektus. Šāds solis veikts, lai stiprinātu Nīderlandes pusvadītāju nozares partneru – ASV un Japānas – pozīcijas pusvadītāju izstrādē, pētniecībā un ražošanā, vienlaikus mazinot atkarību no Ķīnas resursiem, zināšanām un produktiem.

Vairāk var uzzināt šeit – (Dutch curb chip equipment exports, drawing Chinese ire - <https://www.reuters.com/technology/amid-us-pressure-dutch-announce-new-chip-equipment-export-rules-2023-06-30/>) un šeit – (Exclusive: US, Dutch set to hit China's chipmakers with one-two punch - <https://www.reuters.com/technology/us-dutch-set-hit-chinas-chipmakers-with-one-two-punch-2023-06-29/>)

Iepazīstoties ar Jaunzēlandes Ārlietu un tirdzniecības palātas ziņojumu par Nīderlandes pusvadītāju nozari, jāsecina, ka Nīderlande ir viens no pasaules flagmaņiem. Par lielāko valsts uzņēmumu pusvadītāju nozarē tiek atzīts augstākminētais “ASML”, bet kopumā valsts tirgus daļa ir aptuveni 9% no globālā apmēra, sastādot aptuveni 276 mljrd. EUR. Balstoties uz augstākminētās palātas ziņojumu, 2023. gada jūlijā Nīderlandes valdība plāno virzīt 230 milj. EUR pusvadītāju nozares attīstībai, kas būs daļa no “Tehnoloģiju un inovāciju stratēģijas”.

Vairāk var uzzināt šeit – (The Netherlands' Semiconductor Industry - June 2023

MFAT Alerts - <https://www.mfat.govt.nz/en/trade/mfat-market-reports/the-netherlands-semiconductor-industry-june-2023/>)

Apskatot informāciju par Nīderlandes FDI, jāizceļ, ka uz 2021. gada beigām un 2022. gada sākumu piesaistītais finansējums sasniedza 40,8 mljrd. USD jeb 37,2 mljrd. EUR. Nīderlandes stiprās puses ārvalstu ieguldījumu piesaistē ir valsts politiskā stabilitāte, augsti attīstīts finanšu sektors, kā arī spēcīgs, izglītots un augsti kvalificēts darbaspēks. Papildu, Nīderlandes publiskā un uzņēmējdarbības infrastruktūra ir augsti attīstīta. Raugoties uz vājajām pusēm, jāizceļ salīdzinoši augstais nodokļu slogs uzņēmējiem, kā arī mazs vietējais tirgus.

Vairāk var uzzināt šeit – (Foreign direct investment (FDI) in the Netherlands - <https://www.lloydsbanktrade.com/en/market-potential/netherlands/investment>)

Somija

Somija 2022. gada Eiropas Savienības inovāciju reitingā ieguva 135,5 punktus, kas to ierindo starp pieciem inovāciju līderiem un nodrošina valstij 2. vietu starp 27 Eiropas Savienības dalībvalstīm. Kā valsts stiprās puses ir norādīts augstais informācijas tehnoloģiju nozarē nodarbināto skaits, uzņēmumu skaits informācijas tehnoloģiju nozarē, kā arī inovāciju uzņēmumu savstarpējā sadarbība.

Somijas pusvadītāju eksporta un importa rādītāji, laika posmā no 2021. gada līdz 2026. gadam pakāpeniski samazinās. Paredzēts, ka pret 2021. gada eksporta rādītāju 464 tūkst. EUR apmērā, līdz 2026. gadam pusvadītāju eksports būs samazinājies līdz 320 tūkst. EUR. Savukārt, raugoties uz importa rādītājiem, 2021. gadā apmērs bija 3,7 milj. EUR, bet 2026. gadā paredzēts, ka imports būs krities līdz 345 tūkst. EUR. Tajā pat laikā, pusvadītāju tirgus daļa, kas 2021. gadā bija 2,8 milj. EUR turpinās pieaugt līdz 2026. gadā tā sasniedz gandrīz 3,4 milj. EUR. Kopējais tirgus apmērs pusvadītāju laikā no 2010. gada līdz 2022. gadam ir pieaudzis no 58 milj. EUR līdz 79 milj. EUR.

Vairāk var uzzināt šeit – (Finland Semiconductor Industry Outlook 2022 – 2026 - <https://www.reportlinker.com/clp/country/11148/726394>) un šeit - (Semiconductors Market Size Value in Finland - <https://www.reportlinker.com/dataset/6ce8bd554fb8a38a1426dfc8da14a3dd12a1e7eb>)

Vienlaikus, pusvadītāju tirgus apmērs un tas kā tas tiek rēķināts atšķiras, ņemot vērā kas tiek uzskatīts par konkrētā tirgus daļu. Balstoties uz pieejamo informāciju plašsaziņas līdzekļos un internetā, ir noskaidrots, ka 2023. gadā kopējais Somijas pusvadītāju tirgus apmērs sasniegs 454 milj. USD, kur lielāko daļu (390 milj. USD) sastāda integrēto shēmu ražošana un realizēšana tirgū. Balstoties uz prognozēm, 2027. gadā Somijas pusvadītāju tirgus daļa sasniegs gandrīz 600 milj. EUR.

Vairāk var uzzināt šeit – (Semiconductors – Finland - <https://www.statista.com/outlook/tmo/semiconductors/finland>)

Raugoties uz Somijas situāciju pusvadītāju ražošanā, jānorāda, ka 2023. gadā šajā nozarē, plašākā mērogā ar augstajām tehnoloģijām elektrotehnikas jomā, strādā aptuveni 5 000 darbinieku un kopējā nozares kapitalizācija ir aptuveni 2 mljrd. EUR apmērā. Somija ir spēcīgā pozīcijā, salīdzinājumā ar citām ES dalībvalstīm, jo tās pusvadītāju joma un augsto tehnoloģiju nozare plašākā ziņā. Šādi panākumi saistīti ar to, ka virkne Somijas augstskolu – Aalto universitāte, Oulu universitāte un Tampere universitāte – ir vadošie zināšanu un pētniecības centri Somijā, kas aktīvi iesaistās pusvadītāju nozares stiprināšanā un tālāku panākumu veicināšanā. Papildu tam, gan augstskolas, gan reģionu vadošās iestādes un Somijas valdība ir uzsākuši darbu pie iniciatīvas “Chips for Finland” realizēšanas, kā mērķis ir veidot pusvadītāju un mikročipu ekosistēmu Somijā, kas cieši saistīta ar Eiropas Savienību un tās pusvadītāju un mikročipu ekosistēmu.

Vairāk var uzzināt šeit – (“Chips Made in Europe” – Where Finland Can Increase Europe’s Competitive Advantage - <https://www.semiconductor-digest.com/chips-made-in-europe-where-finland-can-increase-europes-competitive-advantage/>) un šeit – (“Chips from Finland” Initiative: The World is Fighting for Microchips – Finland Can Become Top in Europe - <https://www.tampere.fi/en/current/2023/03/17/chips-finland-initiative-world-fighting-microchips-finland-can-become>)

Apskatot Somijas pusvadītāju nozari caur NUTS2 klasifikatoru prizmu, jānorāda, ka vadošais reģions ir Ziemeļsomija, kur bāzēti NUTS3 reģioni – Kainu, Centrālā Ostrobotnija, Ziemeļu Ostrobotnija un Ziemeļu Savo un Lapzeme. Šajā NUTS2 reģionā atrodas tādi pusvadītāju nozares flagmaņi Somijā kā Oulu universitāte, Austrumsomijas universitāte, Diemastrumu Somijas universitāte u.c. augstskolas. Kopumā, 44% no kopējā zinātnes atbalsta finansējuma, kas paredzēts Somijai augsto tehnoloģiju, digitalizācijas un zaļā kursa ietvaros tiek virzīti tieši šim NUTS2 reģionam. Atbalsts augsto tehnoloģiju nozarei, tajā skaitā pusvadītājiem, tiek realizēts caur “Uzņēmējdarbības inovāciju veicināšanas” programmu, kas iekļauj tādas jomas kā avancētie plastmasas produkti, pusvadītāji un robotika. Lielākoties, pusvadītāju atbalsta mehānismi tiek realizēti Ziemeļu Ostrobotnijā. Tajā pat laikā, Ziemeļu Savo saņem ERAF atbalstu, lai realizētu un uzturētu “Digicentru”, kā uzdevums ir palīdzēt uzņēmējiem ar tehnoloģiju un zināšanu pārnesei, kā arī atbalstu un tīklošanos starp uzņēmumiem citos reģionos, lai vecinātu izaugsmi.

Vairāk var uzzināt šeit – (Cohesion Policy in Northernmost Regions of the EU - [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2022/699657/IPOL_STU\(2022\)6996_57_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2022/699657/IPOL_STU(2022)6996_57_EN.pdf) (49., 50. un 51. lpp.))

Apskatot informāciju par Somijas FDI, jāizceļ, ka kopējā ienākošā FDI summa 2021. gadā sasniedza 9,4 mljrd. USD jeb 8,6 mljrd. EUR. Pie stiprajām pusēm, kas Somijai raksturīgas ārvalstu finansējuma piesaistē, jāmin valsts vispārējā politiskā stabilitāte, stratēģiskais novietojums Skandināvijā uz robežas ar Baltijas valstīm, kā arī zema korupcijas līmenis. Papildu, Somijas valdība veic lielus ieguldījumus zinātnē, pētniecībā un inovācijās, kā

arī Somija ir viena no vadošajām Eiropas Savienības valstīm zaļo tehnoloģiju nozarē. Savukārt, raugoties uz vājajām pusēm, jāizceļ vispārējā tendence darbaspēkam novecojot, kā arī salīdzinoši mazs iekšējais tirgus.

Vairāk var uzzināt šeit – (Foreign direct investment (FDI) in Finland - <https://www.lloydsbanktrade.com/en/market-potential/finland/investment>)

Latvija

Apskatot Latvijas pusvadītāju nozari, viennozīmīgi jāizceļ 2022. gada nogalē noslēgtais memorands starp 12 partneriem, kā mērķis ir veicināt pusvadītāju attīstību un ražošanas kapacitāti Latvijā, vienlaikus veicinot Eiropas Savienības pusvadītāju nozares neatkarību no ārpus-ES pusvadītāju ražotājiem. Memoranda pamatā ir trīs sadaļas – pusvadītāju ekosistēmas attīstība, pētniecības kapacitātes veicināšana un pusvadītāju ražošanas apmēru celšana, nodrošinot pilnu piegādes ciklu.

Vairāk var uzzināt šeit – (Latvia hopes to develop semiconductor capability - <https://eng.lsm.lv/article/economy/business/latvia-hopes-to-develop-semiconductor-capability.a484828/>)

Savukārt, iepazīstot Latvijas pusvadītāju ražošanas nozari, par flagmani jāatzīst “ALFA”, kas ar pusvadītāju un to sastāvdaļu ražošanu nodarbojas jau 60 gadus. Augsto tehnoloģiju elektronikas un mikroelektronikas nozarē šis uzņēmums uzskatāms par lielāko Latvijā un tā piedāvājumā ir virkne pusvadītāju produktu – voltāžas mērīšanas iekārtas, pastiprinātāji, analogie un digitāli pārveidotāji, tranzistori utt. Pats uzņēmums norāda, ka tas ir pievilcīgs investoriem, jo nodrošina augsti kvalificētu darbaspēku, augstu kvalitāti, vienlaikus norādot zemās darbaspēka izmaksas.

Vairāk var uzzināt šeit – (About ALFA - <https://www.alfazpp.lv/eng/comm/about.php>)

Visbeidzot, lai sniegtu kopējo kontekstu ar pētījumā apskatītajām Eiropas Savienības valstīm, tika apskatīts arī Latvijas FDI rādītājus. Jānorāda, ka 2021. gads bija viens no veiksmīgākajiem gadiem ārējo investīciju piesaistē Latvijas vēsturē, ieguldījumu apmēram sasniedzot 5,3 mljrd. USD jeb 4,8 mljrd. EUR. Par stiprajām Latvijas pusēm ārvalstu investīciju piesaistē jāizceļ valsts politiskā stabilitāte un darbaspēks, kas ir kvalificēts, bet kā piesaiste nav tik dārga kā citur Eiropas Savienībā. Tāpat, jāizceļ valdības vēlme un centieni radīt iespējami pievilcīgu ieguldījumu vidi jaunuzņēmumu sektorā. Raugoties uz vājajām pusēm, jāizceļ fakts, ka Latvijas tirgus ir mazs un tajā dominē Skandināvijas uzņēmumi. Tāpat, izteikti vājā puse ir fakts, ka Latvijā ir ļoti zems procentuālais rādītājs pret IKP ieguldījumiem zinātnē un inovācijās. Balstoties uz Oficiālā statistika portāla datiem, Latvijas kopējais IKP 2021. gadā bija 33,3 mljrd. EUR un no tiem tikai 249,9 milj. EUR jeb 0,75% no kopēja IKP apjoma tika ieguldīti pētniecības un attīstības darbiem.

Vairāk var uzzināt šeit – (Foreign direct investment (FDI) in Latvia - <https://www.lloydsbanktrade.com/en/market-potential/latvia/investment>) , IKP kopējie rādītāji pieejami šeit – https://data.stat.gov.lv/pxweb/lv/OSP_PUB/START_VEK_IK_IKP/IKP010/, Izdevumi pētniecības un attīstības (P&A) darbiem pieejami šeit – https://data.stat.gov.lv/pxweb/lv/OSP_PUB/START_IZG_ZP_ZPR/ZPR030/

Savukārt, apskatot Latviju caur NUTS2 reģionālā dalījuma prizmu, jānorāda, ka Eiropas Savienības inovāciju reitingā Latvijā 2022. gadā ieņēma 25. vietu no 27 dalībvalstīm, ierindojoties attīstības inovatoru kategorijā. Kaut arī ieņemamā vieta ir tuvāk beigām, tas nemaina faktu, ka Latvijas inovāciju attīstība turpina augt. Tajā pat laikā, salīdzinot ar pārējām Baltijas valstīm, Latvija manāmi iepaliek no Lietuvas, kas ir 19. vietā un no Igaunijas, kas ir 12. vietā. Šāda pozīcija skaidri norāda uz to, ka nepieciešams veikt mērķtiecīgus soļus un ieguldīt gan finanšu, gan zināšanu, gan laika resursus, lai veicinātu Latvijas inovāciju potenciālu un, caur to, kāpinātu valsts attīstības tempu.

Pielikums Nr. 9: Fokusa grupas jautājumu un komentāru kopsavilkums

Fokusa Grupa: "PUSVADĪTĀJU TEHNOLOĢIJU UN LIETOJUMU JOMAS ATTĪSTĪBA"

2023.gada 13.decembris, 14:00-16:30 (TEAMS)

Piezīmes diskusiju laikā

Alfs Raudis, LU CFI

Dalībnieki:

GK	Gundars Kokins, RTU, Inovāciju ekosistēmu attīstības nodaļas vadītājs
LB	Liene Briede, RTU, Zinātnes un inovāciju centra vadītāja, Inovāciju prorektore
RB	Reinis Budriķis, RTU, ZIC virziena vadītājs
AN	Agris Ņikitenko, RTU, Vadošais pētnieks
MP	Mareks Parfjonovs, RTU
EK	Elvis Krastiņš, Finanšu eksperts
AA	Andris Anspoks, LU CFI direktors
AV	Aivars Vembris, LU CFI, Organisko materiālu laboratorijas vadītājs
AR	Alfs Raudis, LU CFI, Vecākais eksperts
ŅK	Ņikita Kazakevičs, LIAA, Inovāciju un tehnoloģiju departamenta direktors
SG	Sofija Grīnvalde, LIAA, Inovāciju pārvaldības nodaļas vadītāja
SL	Svetlana Lampiga, LIAA, Vadošā eksperte
IP	Ingmārs Pūķis, LMT, Viceprezidents, Valdes loceklis
EL	Elīna Lidere, LMT, Inovāciju ekosistēmas vadītāja
AZ	Aleksandrs Zaslavskis, AS ALFA RPAR, Mārketinga Direktors
LL	Lev Lapkis, RD Alfa

Pēc materiāla par I un II daļas rezultātiem

ŅK Vai pareizi saprasts - kamēr Latvijā nav kvalitatīva darba piedāvājuma, vai ir lietderīgi veikt pieredzes pārneses, apmācības pasākumus (piemēram, imec)?

GK Pašreiz nevar atļauties neveidot šīs apmaiņas programmas, mūsu speciālistiem ir jāiegūst zināšanas. Bet ilgtermiņā, lai samazinātu risku, ka šie speciālisti, kas tiek sūtīti mācīties (varētu aizplūst..), ir svarīgi, ka tiek veidotas darba vietas, lai atgriežoties varētu turpināt strādāt tajā pat līmenī un kapacitātē arī Latvijā. Esam redzējuši, cik grūti ir atgriezt speciālistus, kuri ir aizbraukuši projām (Nokia, Dell, Intel), atpakaļ Latvijā. Ja Latvijā nav iespējams strādāt tanī pat līmenī pētniecībā dizains, iepakojšana.

RB Vēlos papildināt, par to vairāk būs vēlāk, kad būs runa par fondiem. Šī kapacitātes celšana noteikti ir vajadzīga, tas ir sākums lai atrastu un piesaistītu šos talantus. Cits jautājums ir par atalgojumu Universitātēs. Kā veikt maksājumus 10, varbūt pat tūkstoš cilvēkiem. Bet no fondu (finansējuma) skatījuma kapacitātes celšana ir tieši tas, ar ko ir jāsāk. To vajadzēja darīt jau pāris gadus iepriekš (toreiz bija tādas iespējas). Bet par to būs vēl.

LL Izaicinājumi no industrijas puses, jau tika pieminēti kadri; mūsu gadījumā lielākā daļa darbinieku ir no vecās skolas, liela pieredze, bet – gados, tur neko nevar darīt. Tālāk, piegāžu ķēdes, kristālu ražotnēs ir problēma ar maziem apjomiem tikt pie viņiem, piemēram, Eiropā strādājam ar X-Fab – ilgi jāgaida līdz viņi saražos pasūtīto, ir rinda uz prototipēšanu, arī korpusi, pašreiz rūti dabūt, piemēram no NTK, gaidīšanas laiks sākot ar pusgadu. Nav problēmu ar piegādātāju Vācija. Ar šo problēmu saskarās visi, piegāžu laiku izjūt gan tie, kas izmanto un arī tie kas ražo komponentes. Un vēl, mikroshēmas izstrādes laiks ir ļoti liels, vismaz 2 gadi. Ja sāk kādu mikroshēmu plānot, jābūt drošiem, ka to kādam vajadzēs, ka ir riski. Ir daudzi verifikācijas posmi ceļā, piemēram, uzsāk partijas ražošanu, bet tikai pēc pusgada saprot, vai

ir vai nav kļūda. Ja ir, tad vēl pusgads nāk klāt. Un risks, ka klients pateiks, piemēram, atradām ražotāju ASV, pasūtījām lielu partiju, pietiks uz 5 gadiem.. Ko Latvijā varētu darīt, jau tika pieminēts dizains, iepakošana, testēšana, kvalifikācija. Diez vai būvēsim Foundry. Piemēram, kā Somijā, Cietvielu fizikas institūta analogs, kuriem ir prototipēšanas laboratorija, kā arī testētu, ko esam izdomājuši.

AZ Šajā prezentācijā trūkst fokusa uz gala rezultātu, tas var būt objekts, varbūt kvalificēts speciālists (kā produkts jomā). Speciālistus vajadzētu finansēt privātam sektoram (kā uzņēmuma pasūtījums, kuru apmaksā), vai arī apmaksā studenti. Izglītības līmenis nav pietiekams. Ja fokuss ir uz reālu produktu, tad jāsaprot sektors un vajadzīga vīzija uz 5-10 gadiem. Par to nav prezentācijā.

Ja runā par fotoniku, tad jābūt drošiem par terminoloģiju (jo nav runa par pusvadītājiem), jāsaprot, kā to savienot (integrēt) ar pārējo shēmu.

AA Vajag skatīties pāri organizācijām, uz vienotu centru un tas ir paveicams soli pa solim. Mēs esam nopietni fotonikā, RTU ir nopietni testēšanas vides veidošanā, kopā ar industriju mums jādomā par pakopas risinājumiem. Manuprāt polimēru fotonikas virziens ir papildināms materiālu raksturošanu un jaunu materiālu izstrādi, to skaitā – pusvadītāji, radiācijas ietekme uz šiem materiāliem ir tēma ar ko mēs LU CFI nodarbojamies. Atbilde ir pašā Chip aktā, kas attiecas gan uz elektroniku, gan fotoniku.

NK Vai citās Baltijas valstīs jūs saskatījāt Baltijas sadarbības iespējas, projekta ietvaros, vai sektorā?

GK Jā. Vairāk ir Ziņojumā. Atradām gan Lietuvā, gan Igaunijā veiktus pētījumus, līdzīgi šim, kas apskata dažādus virzienus. Lietuvā veidojas, sadarbībā ar kolēģiem Taivānā – plāno veidot čipu ražotni. Ja Latvijā veidotos dizains, testēšana un iepakošana, tas būtu pamats sadarbībai ar Lietuvu. Teltonika kopā ar uzņēmumu Taivānā ar valsts atbalstu, kopā ar Viļņas universitāti tad veidotu šo ražotni. Bet šeit ir vieta mājas darbam, Baltijas stratēģijai 5-10 gadiem. Pašreiz katra valsts skatās individuāli. Par Igauniju būs jauna informācija, kuru mēs analizētu līdz Pētījuma nodošanai. Igaņu pārstāvji gan atzīst, ka viņi ir stipri aiz Lietuvas aptverošas stratēģijas izveidei valstī, kur ir daudz individuālu iniciatīvu, kur ir sadarbības starp industriju un augstskolām, bet nav aptveroša valsts stratēģija, pēc viņu vārdiem. Jāskata kontekstā EDA procesiem, tur varētu būt sadarbības iespējas.

NK Par Lietuvas iespēju sadarbībā ar Taivānu būvēt pusvadītāju rūpnīcu, kādā attīstības stadijā tas ir? Sarunas un informācijas apmaiņas fāze, vai arī viņiem jau kas konkrēts notiek? No Lietuvas Inovāciju aģentūras ir dzirdēts, ka viņi ir ļoti agrīnā stadijā..

GK To, vai tiešām kas notiek saskaņošana, Teltonika runā kā par plāniem. Specifikācija, pārvaldības mehānismi – tas vēl nav, nav arī pētījumā, ko atradām. Vēl nav spēcīgi nodefinēts. Ir atrasts finansējums, apstiprināti plāni, bet nav vēl parakstīts viss nepieciešamais. Ir plāni 2-3 gadiem rūpnīcu pabeigt, ja sāk bez aizkavēšanās.

IP No manas puses vienkāršs komentārs, sintezēts no 2 gadu kopīgām sarunām. Mērķis ir izdarīt darbības un investīcijas, fiziskas būves un iekārtas, lai 5-6 gadu laikā speciālistu populācija būtiski pieaugtu un šeit paliktu. Lai specifiskās kompetences, kuras mums ir, kombinējot tās ar valsts un industrijas koncentrētu finansētu atbalstu. Pašreiz ir nosacījumi, lai šo finansējuma koncentrāciju dabūtu.

GK Tas ir ļoti precīzi. Arī Somija savu nozari šādi attīstīja un 10 gadu laikā jau veidojas jaunuzņēmumi, kopīgi industrijas un pētniecības, valsts kopprojekti kas veido laboratorijas un prototipēšanas centrus, kas ir par pamatu pirms 10 gadiem veiktām investīcijām. Arī jaunu talantu apmācību, ko finansētu papildus no projektiem, gan no industrijas, jaunu spēlētāju ienākšanu.

Pēc III daļas par Latvijas un globālās vērtību ķēdes salīdzināšanu

AZ Industrijā ir specializēti uzņēmumi, kas veic tikai mērījumus. Dārgas mērierīces un standarti, kurus saņem no pasūtītāja. Tas ir vienkāršs process (zaļš/sarkans) – labs vai slikts. *Straight-forward* process, ar savu zinātni, protams. Un 59% mērījumu ir izdarīti uzreiz pēc montēšanas. Mēs to darām Taivānā, D-Korejā, Filipīnās. Svarīgi uzreiz pēc montēšanas. Pašreiz es neredzu biznesa perspektīvu šodien.

RB Mēs to noteikti ietversim gala secinājumos. Šie vēl nav gala secinājumi. Šis ir apkopojums, lai pārbaudītu I un II daļā rakstīto.

AZ Labāk domāt par jaunām lietām. Virzienos, kur šodien vēl nav liela konkurence. Varbūt fotonika, vai mikrofluidika, tur kur šobrīd ir tukša vieta.

GK Fotonika ir jauna nozare, kur ārzemju partneri, ka imec meklē arī šajā reģionā sadarbības partnerus. Ja runā par testēšanu, silīcija vai polimēru fotonikas čipiem, tad tur šo problēmu nav. Nemēģināt attīstīties jomās, kuras jau ir attīstītas ar n-tiem spēlētājiem un multimiljardu investīcijām.

ĻL Jāizvēlas jomas, kur ir mikroshēmas ar lielu pievienoto vērtību. Kur testēšana nav tik viegls process. Jāizvēlas nozare, kur nav lielu apjomu, bet ir augsta pievienotā vērtība.

AŅ Piekritu tēzēm, ka nav jēga iet piesātinātās jomās. Jomas, kur mazo apjomu dēļ lielie spēlētāji nebūs ieinteresēti ienākt. Lai viegli uzsākt, un paplašināt, caur sadarbības tīkliem. Neiet tur, kur visi jau kaut ko dara.

ĻL Kur šo nišu atrast? Ir jēdziens – *non-dependency*, piemēram, ražo ASV un Eiropas kosmosa industrija var dabūt ar lielām grūtībām. Viens ražotājs, kuram vajag diversifikāciju. Varbūt ir kāds Eiropas čips, kurš ir ASV, bet Eiropā neviens vēl neražo. Un ir uzņēmumi, kuriem svarīgi, ka ir Eiropas čips..

ŅK Kādi piemēri, bet ĻL atbildēja. Vai ir citi piemēri?

ĻL Ļoti tehniski, katrai jomai specifiski. Liela specializācija uzņēmumiem, nevar ražot visu.

RB Tad skatījums, ka jaunie virzieni, bet tad – Eiropas prizma? Ienākt caur esošu uzņēmumu.

ĻL Tā arī mēs ražojam, skatāmies, ko piemēram TI ražo, bet nav interesanti mazi apjomi. Industriālās mikroshēmas. Saprast vērtību, konkurentus, kāpēc būsim labāki.

AZ Jāskatās, nevis Baltijas, bet Pasaules tirgu. Tikai tad būs rezultāti. Arī Eiropas tirgus nav pietiekami liels. Jābūt finansiāli pamatotam (ir business).

3.2. Par stratēģiju un rīcības plānu

AZ Trūkst LMT vai MikroTik kā pasūtītājs speciālistu sagatavošanai. Kur būs darba vietas?

EL LMT un MikroTik ir iesaistīti attīstībā. Ir sadarbība ar RTU, garākā periodā. Orientācija uz Eiropas tirgu.

GK LMT un MikroTik būs arī gala Ziņojumā, kā arī citi pasūtītāji. Gan lokāli, gan arī plašāka sadarbība. Arī skatīties, kādi uzņēmumi te var atvērt filiāles. Piemēram, fotonikā Bosh SensorTech arī meklē iespēju sadarbībai, arī saistībā ar dizainu. Akadēmiskā jomā arī Siemens, programmatūras izstrādātājiem, kuri tad arī ir plāns celt kapacitāti, pirmos gadus apmācītos talantus nodarbināt šādā laboratorijā, kamēr sarūpē iekārtas sadarbībā ar pasūtītājiem, piemēram, imec, un citiem, kas aktivizējas Chips Act iespaidā. Ja veidojas speciālistu “pārpalikumi”, tad būs iespēja nodarbināt šajos uzņēmumos.

ĻL Obligāti jāapamāca vienkāršam lietām, piemēram cadence mikroshēmu projektēšanai. Viļņas universitātē ir šāda iespēja, Latvijā Tikai EDI ir licence apmācībām.

SL Precizējoši – vai pareizi saprasts, ka sadarbība ar RTU. Vai LMT nevarētu garantēt produktu iepirkšanu?

AZ LMT kā lielam spēlētājam ir budžets izaugsmei. MikroTik nav valsts kā akcionārs. Vajadzīgs (jārada) tirgus.

RB Ir doma, ka garantē pasūtījumu?! Biznesa plānam svarīgi, ka pasūtījumam ir garantija.
EL Jāskata ilgākā laikā. Pievienotā vērtība sadarbībā ar RTU ir zināšanu aprobēšana Latvijā (iegūtas no Eiropas, pasaules).

3.3.,3.4 Par socioekonomiskiem guvumiem

3.5 Attīstībai nepieciešamo atbalsta instrumentu izmaksu priekšlikumu izstrāde

ŅK Vērtīgs sadalījums par programmām. 12 miljardu šeit nav, bet ja kāds plāno strādāt ar investīciju piesaisti, tad šogad sāk strādāt Investīciju aizdevumi un kapitāla atlaide konkurētspējas veicināšanai lieliem investīciju projektiem. Līdz 10 miljoniem bet ne vairāk kā 30% no kopējām projekta izmaksām. Iespēja saņemt kā grantu (ALTUM). Kopumā RIS3. Vēl par Izraēlas uzņēmuma interesi Latvijā veidot Sub-fab pētniecības virzienu (neliels investīciju projekts, iekārta no Intel, jānoklāj otra investīciju puse). Jāgaida attīstība. Kā ražošanas procesā apstrādāt vielas u.c. kas nepieciešamas ražošanas procesam, lielie uzņēmumi testēt vielu savākšanu atpakaļ, pirms ieviešanas ražotnē.

GK Tad Latvijā būtu Intel u.c. klātbūtne.

RB Arī RTU veicis sagatavošanas darbus, ieviests atbalstu projektu pieteikumu rakstīšanai. Kas tieši interesē uzņēmumus dalībai lielos projektos?

EL Industriju interesē zināšanu kapacitātes veidošana Latvijā (ir runāts ar MikroTik). Skatīta dalība IPCEI, bet finansējums nebija pievilcīgs (nebija Latvijai izdevīgi noteikumi). Jāskatās individuāli. Svarīgi audzēt zināšanas.

RB Ja būtu pieejamas programmas, tad būtu interese? Dalīšanas ar informāciju par programmām. Pētnieku (ekspertu) dalība. Kā kopīgi pieteikties.

ŅK Pētījuma ietvaros darba grupai ieteikt LIAA lietas, ko vajadzētu ieteikt. Koordinācija šādos projektos.

AŅ Kurš varētu spēlēt informācijas hub lomu? Lai nelaistu garām iespējas. Izpētīt, tikties.

ŅK LIAA no nākamā gada būs misijas koordinatori (pusvadītājos), cilvēks, kuram būs jātur roka uz pulsa. Arī meklēt finansējumu.

AŅ Uzņēmumiem būs interese piesaistīt finansējumu.

RB To dara arī RTU. Dalīšanās ar informāciju. Kopīgo projektu attīstīšana. Kā to veicināt? Ieliksīm kā secinājumu, ka jābūt koordinētais informācijas aprītei. Efektīvāk koordinēti.