



Kauno technologijos universitetas

Ekonomikos ir verslo fakultetas

Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto augimo veiksniai

Baigiamasis magistro projektas

Aldas Gudzinevičius

Projekto autorius

Doc. dr. Asta Baliutė

Vadovė

Kaunas, 2026



Kauno technologijos universitetas

Ekonomikos ir verslo fakultetas

Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto augimo veiksniai

Baigiamasis magistro projektas

Verslo ekonomika (6211JX042)

Aldas Gudžinevičius

Projekto autorius

Doc. dr. Asta Baliutė

Vadovė

vyresn. lekt. Tomas Stravinskas

Recenzentas

Kaunas, 2026



Kauno technologijos universitetas

Ekonomikos ir verslo fakultetas

Aldas Gudzinevičius

Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto augimo veiksniai

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

1. baigiamąjį projektą parengiau savarankiškai ir sąžiningai, nepažeisdama(s) kitų asmenų autoriaus ar kitų teisių, laikydamasi(s) Lietuvos Respublikos autorių teisių ir gretutinių teisių įstatymo nuostatų, Kauno technologijos universiteto (toliau – Universitetas) intelektinės nuosavybės valdymo ir perdavimo nuostatų bei Universiteto akademinės etikos kodekse nustatytų etikos reikalavimų;
2. baigiamajame projekte visi pateikti duomenys ir tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti teisėtai, nei viena šio projekto dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar elektroninių šaltinių, visos baigiamojo projekto tekste pateiktos citatos ir nuorodos yra nurodytos literatūros sąrašė;
3. įstatymų nenumatytų piniginių sumų už baigiamąjį projektą ar jo dalis niekam nesu mokėjęs (-usi);
4. suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo ar kitų asmenų teisių pažeidimo faktui, man bus taikomos akademinės nuobaudos pagal Universitete galiojančią tvarką ir būsiu pašalinta(s) iš Universiteto, o baigiamasis projektas gali būti pateiktas Akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus tarnybai nagrinėjant galimą akademinės etikos pažeidimą.

Aldas Gudzinevičius

Patvirtinta elektroniniu būdu

Gudzinevičius, Aldas. Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto augimo veiksniai. Magistro baigiamasis projektas / vadovė doc. dr. Asta Baliutė; Kauno technologijos universitetas, Ekonomikos ir verslo fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų kryptių grupė): Socialiniai mokslai, Ekonomika.

Reikšminiai žodžiai: aukštųjų technologijų pramonės šakų eksportas, aukštųjų technologijų pramonė, eksporto plėtra, eksporto veiksniai, Europos Sąjunga.

Kaunas, 2026. 68 p.

Santrauka

Aukštųjų technologijų pramonė yra vienas svarbiausių Europos Sąjungos ekonomikos augimo ir konkurencingumo veiksnių pasaulyje. Nuolat vystantis technologijoms, yra sudaromas geros sąlygos inovacijoms, gamybos plėtrai ir eksporto augimui. Didėjanti pažangių technologijų paklausa pasaulyje skatina Europos Sąjungos įmones stiprinti savo pozicijas tarptautinėje rinkoje, o įvairūs veiksniai daro reikšmingą įtaką šių procesų eigai. Eksportas yra viena pagrindinių aukštųjų technologijų sektoriaus plėtros dalių, leidžiančių šalims diversifikuoti ekonomiką, mažinti priklausomybę nuo vidaus paklausos ir stiprinti tarptautinius ryšius. Nepaisant šios aukštųjų technologijų pramonės sektoriaus svarbos, ES susiduria su stipria konkurencija iš JAV ir Azijos šalių, o tai kelia klausimą – kokie veiksniai iš tikrųjų lemia aukštųjų technologijų eksporto augimą Europos Sąjungoje.

Šio darbo tikslas – atlikti ES aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto augimo veiksnių vertinimą. Uždaviniai: (1) atskleisti ES aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto plėtros tendencijas ir problematiką; (2) išanalizuoti aukštųjų technologijų pramonės šakų vaidmenį ir jų eksporto plėtrą skatinančius veiksnius teoriniu aspektu; (3) išanalizuoti ES aukštųjų technologijų eksporto pagrindines kryptis ir įvertinti konkurencinį pranašumą; (4) taikant statistinius ir ekonometrinius metodus, nustatyti reikšmingiausius ES aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto augimą lemiančius veiksnius. Darbe naudoti šie tyrimo metodai: mokslinės literatūros ir statistinių duomenų analizė, koreliacinė matrica, Granger'io priežastingumo testas, porinės tiesinės regresijos modeliai.

Atlikus tyrimą ir vertinant aukštųjų technologijų pramonės šakų eksportui įtaką darančius įvairius endogeninius ir egzogeninius veiksnius nustatyta, kad tik dalis analizuojamų kintamųjų pasižymėjo statistiškai reikšmingu ryšiu su eksporto augimu. Bendros MTEP išlaidos sektoriuje, asmenų įgijusių aukštąjį išsilavinimą skaičius ir investicijos į ilgalaikį turtą atskleidė teigiamą, o asmenų dirbančių aukštųjų technologijų pramonės šakų sektoriuose skaičius neigiamą reikšmingą koreliaciją. Kitame etape atliktas Granger'io priežastingumo testas pasitvirtino asmenų dirbančių aukštųjų technologijų pramonės šakų sektoriuose skaičiaus ir investicijų į intelektinį turtą reikšmingus prognozinis ryšius su eksporto pokyčiais. Remiantis šiais rezultatais ir atlikus tiesinės porinės regresijos modelius buvo nustatytas esantis sąlyginai stiprus neigiamas ryšys tarp ES aukštųjų technologijų eksporto apimčių pokyčių ir asmenų dirbančių aukštųjų technologijų pramonės šakų sektoriuose.

Gudzinevičius, Aldas. Factors of High-Tech Industry Export Growth in European Union. Master's Final Degree Project / supervisor Assoc. Prof. dr. Asta Baliutė; School of Economics and Business, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Social Science, Economics.

Keywords: high-technology industry exports, high-technology industry, export development, export growth factors, European Union.

Kaunas, 2026. 68.

Summary

The high-technology industry is one of the most important drivers of economic growth and competitiveness in the European Union. Continuous technological development creates favourable conditions for innovation, expansion of production, and export growth. Increasing global demand for advanced technologies encourages European Union firms to strengthen their positions in international markets, while various factors significantly influence the dynamics of these processes. Exports represent one of the key components of high-technology sector development, enabling countries to diversify their economies, reduce dependence on domestic demand, and strengthen international economic ties. Despite the importance of the high-technology industry, the European Union faces strong competition from the United States and Asian countries, raising the question of which factors actually determine the growth of high-technology exports in the European Union.

The aim of this thesis is to evaluate the factors influencing the growth of high-technology industry exports in the European Union. The objectives of the study are as follows: (1) to identify the trends and challenges of high-technology industry export development in the European Union; (2) to analyse the role of high-technology industries and the factors promoting their export growth from a theoretical perspective; (3) to analyse the main directions of European Union high-technology exports and assess competitive advantage; (4) to identify the most significant factors determining the growth of high-technology industry exports in the European Union by applying statistical and econometric methods. The following research methods were employed: analysis of scientific literature and statistical data, correlation matrix, Granger causality test, and bivariate linear regression models.

Based on the conducted research and the evaluation of various endogenous and exogenous factors affecting high-technology industry exports, it was found that only part of the analysed variables exhibited statistically significant relationships with export growth. Total R&D expenditure in the sector, the number of individuals with higher education, and investment in fixed assets demonstrated a positive relationship, while the number of persons employed in high-technology industries showed a statistically significant negative correlation. In the subsequent stage, the Granger causality test confirmed significant predictive relationships between employment in high-technology industries and investments in intellectual property with changes in export volumes. Based on these results and the application of bivariate linear regression models, a relatively strong negative relationship was identified between changes in European Union high-technology export volumes and employment in high-technology industries.

Turinys

Lentelių sąrašas.....	6
Paveikslų sąrašas	7
Įvadas.....	8
1. Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto plėtros tendencijos ir problematika	10
1.1. Aukštųjų technologijų pramonės eksporto pokyčiai ir probleminiai aspektai.....	10
1.2. Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto veiksmų tyrimo aktualumas ir ištyrimo lygmuo	14
2. Aukštųjų technologijų pramonės šakų reikšmė ir eksporto plėtrą skatinančių veiksmų teoriniai aspektai.....	17
2.1. Aukštųjų technologijų pramonės šakų samprata, raidos tendencijos ir technologinės pažangos įtaka sektoriui.....	17
2.2. Aukštųjų technologijų pramonės šakų svarba Europos Sąjungos ekonomikai.....	22
2.3. Aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto plėtrą skatinantys veiksniai	27
2.3.1. Endogeninių veiksmų įtaka aukštųjų technologijų pramonės šakų plėtrai.....	27
2.3.2. Egzogeninių veiksmų poveikis aukštųjų technologijų pramonės šakų augimui	29
2.4. Aukštųjų technologijų plėtros efektai ir iššūkiai	34
2.4.1. Aukštųjų technologijų pramonės poveikis pasaulio ekonomikoms	34
2.4.2. Aukštųjų technologijų pramonės augimo problemos	36
3. Tyrimo metodologija	38
4. Europos Sąjungos aukštųjų technologijų eksporto veiksmų tyrimas ir rezultatai	42
4.1. Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto kryptys.....	42
4.2. Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto lyginamojo konkurencinio pranašumo pokyčiai.....	47
4.3. Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto augimo veiksmų empirinis tyrimas.....	49
4.4. Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto tyrimo apibendrinimas ir diskusija	55
Išvados	60
Literatūros sąrašas	63
Informacijos šaltinių sąrašas	66

Lentelių sąrašas

1 lentelė.	Pramonės šakų skirstymas pagal technologinį intensyvumą. Šaltinis: Eurostat (2022)....	21
2 lentelė.	Aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto augimą lemiantys veiksniai	33
3 lentelė.	Europos Sąjungos ir pasaulio eksporto duomenys ir Balassa indeksai	48
4 lentelė.	Stacionarumo vertinimas	49
5 lentelė.	Koreliacinė analizė	51
6 lentelė.	Granger'io priežastingumo testas	51
7 lentelė.	Porinės tiesinės regresijos modelio tarp asmenų dirbančių aukštųjų technologijų pramonės šakų sektoriuose skaičiaus ir ES aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto apimčių rezultatai	52
8 lentelė.	Tiesinio regresijos modelio paklaidų analizė	53
9 lentelė.	Porinės tiesinės regresijos modelio tarp investicijų į intelektinę nuosavybę ir ES aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto apimčių rezultatai	54
10 lentelė.	Tyrime analizuotų veiksnių poveikio apibendrinimas	55

Paveikslų sąrašas

1 pav. Aukštųjų technologijų eksporto metinis augimas pasaulinėje rinkoje, % (2017-2024). Šaltinis: Pasaulinė Intelektinės Nuosavybės Organizacija (2025).....	10
2 pav. Didžiausi aukštųjų technologijų eksportuotojai (mlrd., dol.): 2000, 2010, 2020, 2023, 2024 metų duomenimis. Šaltinis: Pasaulinė Intelektinės Nuosavybės Organizacija (2025).....	11
3 pav. Didžiausi aukštųjų technologijų eksportuotojai (mlrd., dol.), 2012-2024 metais. Šaltinis: Pasaulinė Intelektinės Nuosavybės Organizacija (2025).....	11
4 pav. Prognozuojamas aukštųjų technologijų logistikos rinkos dydis 2023-2033 m. (mlrd., dol.). Šaltinis: Vision Research Reports (2024).....	12
5 pav. Europos Sąjungos aukštųjų technologijų eksporto dalis nuo bendro eksporto 2014-2024 m., %. Šaltinis: Eurostat (2025).....	13
6 pav. Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės eksportas pagal didžiausias prekių grupes, mlrd., dol., 2024 m. Šaltinis: Eurostat (2025).....	14
7 pav. Aukštųjų technologijų įmonių identifikavimo pagrindai	18
8 pav. ES farmacijos sektoriaus tarptautinė prekyba 2014-2024 m. Šaltinis: Eurostat (2025).....	25
9 pav. ES oro ir kosmoso pramonės eksporto rodikliai 2014-2024 m. Šaltinis: Eurostat (2025).....	26
10 pav. ES aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto apimtys į JAV 2014 – 2024 m. mln. eur. Šaltinis: „Eurostat“ (2025).....	42
11 pav. ES aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto apimtys į Kiniją 2014 – 2024 m. mln. eur. Šaltinis: „Eurostat“ (2025).....	43
12 pav. ES aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto apimtys į Jungtinę Karalystę 2014 – 2024 m. mln. eur. Šaltinis: „Eurostat“ (2025)	44
13 pav. ES aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto apimtys į Šveicariją 2014 – 2024 m. mln. eur. Šaltinis: „Eurostat“ (2025)	45
14 pav. ES aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto apimtys į Japoniją 2014 – 2024 m. mln. eur. Šaltinis: „Eurostat“ (2025)	46
15 pav. Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų didžiausios geografinės eksporto kryptys. Šaltinis: „Eurostat“ (2025).....	47

Ivadas

Aukštosios technologijos yra pažangiausios ir greičiausiai besivystančios šių laikų kontekste. Tai technologijos pasižyminčios dideliu sudėtingumu ir automatizacijos lygiu bei aukštu tikslumu. Šiame sektoriuje yra naudojama įvairi kompiuterizuota įranga, taikomi aukšti reikalavimai, privaloma labai maža paklaida, o gedimų atvejai turi būti labai minimalūs. Šių produktų gamyba reikalauja didelių investicijų į mokslinius tyrimus ir pažangias gamybos linijas, todėl tai tampa sudėtingu ir didelių finansinių bei technologinių išteklių reikalaujančiu procesu. Tai pramonė kuri išsiskiria, kaip nuolat progresuojanti, inovatyvi ir į mokslinius tyrimus bei plėtra orientuota pramonės šaka. Ypač būdingas greitas mokslinių naujovių ir inovacijų įsisavinimas, dažnos didelės investicijos į technologinę įrangą, kuri turi būti dažnai atnaujinama. Aukštųjų technologijų pramonės šakų įmonės dažnai bendradarbiauja su įvairiais mokslinių tyrimų centrais ir universitetais, tarptautinėmis organizacijomis, kas lemia didelį patentų ir licencijų skaičių. Vieni iš pagrindinių tikslų šioje srityje yra įmonėms auginti konkurencinį pranašumą kuriant unikalius ir inovatyvius technologinius sprendimus mažinant gamybos sąnaudas, didinant gamybos ir mažinant pristatymo greitį, o tai nėra lengva nuolat besivystančiose aukštųjų technologijų rinkose. Tuo tarpu valstybės ir regionų institucijos yra suinteresuotos sudaryti šioms inovacijoms palankią aplinką bei skatinti technologinę plėtrą ir eksportą. Ši sritis yra ypač reikšminga valstybėms, nes technologinė pažanga svarbi ekonomikos augimui ir konkurencingumui, o generuojamos aukštos pridėtinės vertės pajamos gali diversifikuoti ekonomiką ir sukurti darbo vietas. Stiprus aukštųjų technologijų sektorius sumažina valstybių ekonomikos priklausomybę nuo importuojamu pramonės produktų ar žaliavų, kas svariai prisideda prie atsparumo ekonominių krizių metu.

Aukštųjų technologijų pramonė yra vienas svarbiausių Europos Sąjungos ekonomikos augimo ir konkurencingumo veiksnių pasaulyje. Nuolat vystantis technologijoms, tokioms kaip puslaidininkiai ir lazerių taikymas, yra sudaromas geros sąlygos inovacijoms, gamybos plėtrai ir eksporto augimui. Didėjanti pažangių technologijų paklausa pasaulyje skatina Europos Sąjungos įmones stiprinti savo pozicijas tarptautinėje rinkoje, o įvairūs veiksniai, tokie kaip geopolitiniai pokyčiai, prekybos susitarimai, politika, investicijos ir infrastruktūra daro reikšmingą įtaką šių procesų eigai. Europos Komisija visada yra įsipareigojusi teikti prioritetą aukštųjų technologijų pramonės plėtrai. Siekiant sustiprinti šio sektoriaus potencialą ir konkurencinius pranašumus, daugiausiai taikomi įvairūs pramonės, technologijų ir inovacijų skatinamosios politikos mechanizmai. Atsižvelgiant į tai, šių technologijų eksporto plėtos veiksnių analizė tampa labai svarbi siekiant identifikuoti pagrindinius augimą lemiančius elementus ir numatyti galimas šio sektoriaus raidos kryptis ateityje.

Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakos yra ypač reikšmingos bendrijos ekonomikai. Tai apima tokias sritis kaip aviacija, chemija, elektronika, farmacija, genų inžinerija, kompiuterinė technika, lazeriai, telekomunikacijos, ginklų pramonė. Šios šakos ne tik skatina inovacijas, bet ir didina Europos konkurencingumą pasaulinėje rinkoje. Eksportas yra viena pagrindinių aukštųjų technologijų sektoriaus plėtos dalių, leidžiančių šalims diversifikuoti ekonomiką, mažinti priklausomybę nuo vidaus paklausos ir stiprinti tarptautinius ryšius.

Nepaisant šios aukštųjų technologijų pramonės sektoriaus svarbos, ES susiduria su stipria konkurencija iš JAV ir Azijos šalių, o tai kelia klausimą – kokie veiksniai iš tikrųjų lemia aukštųjų technologijų eksporto augimą Europos Sąjungoje.

Šio darbo tikslas – atlikti ES aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto augimo veiksmų vertinimą.

Darbo tikslui pasiekti suformuluoti šie uždaviniai:

- 1) Atskleisti ES aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto plėtros tendencijas ir problematiką.
- 2) Išanalizuoti aukštųjų technologijų pramonės šakų vaidmenį ir jų eksporto plėtrą skatinančius veiksmus teoriniu aspektu.
- 3) Išanalizuoti ES aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto pagrindines kryptis ir įvertinti konkurencinį pranašumą.
- 4) Taikant statistinius ir ekonometrinius metodus, nustatyti reikšmingiausius ES aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto augimą lemiančius veiksmus.

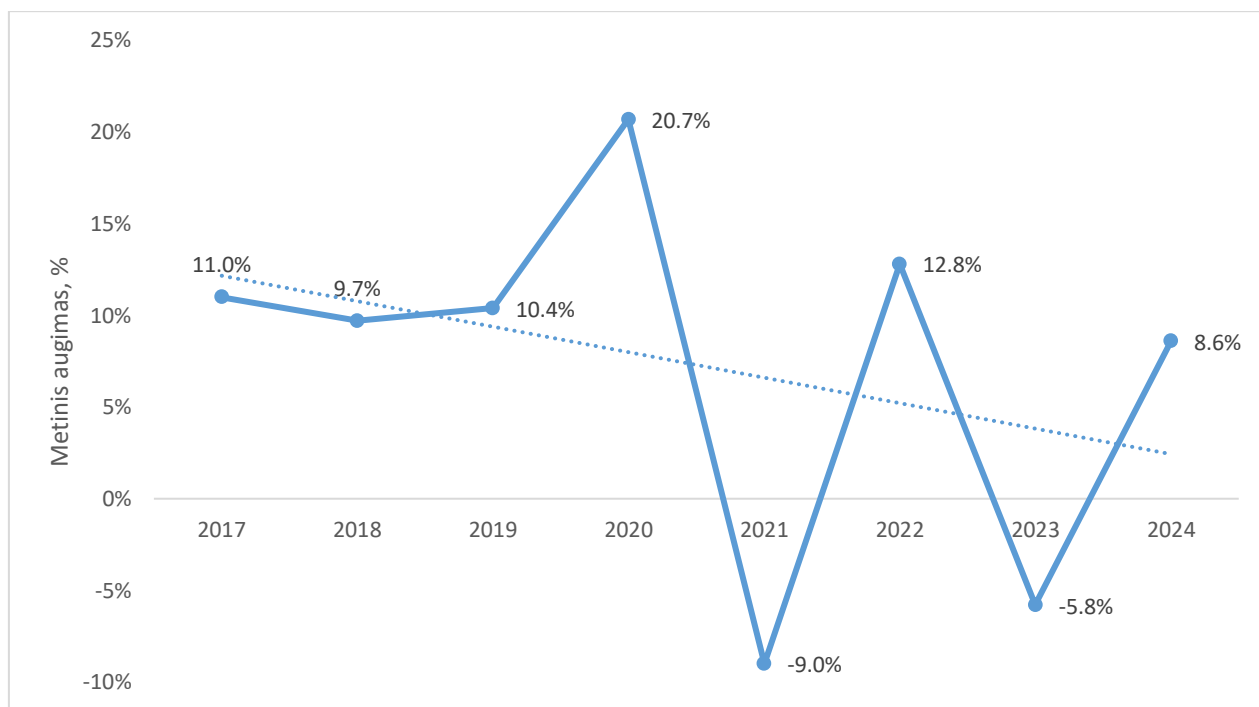
Darbe naudoti šie tyrimo metodai: mokslinės literatūros ir statistinių duomenų analizė, koreliacinė matrica, Granger'io priežastingumo testas, porinės tiesinės regresijos modeliai.

1. Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto plėtros tendencijos ir problematika

1.1. Aukštųjų technologijų pramonės eksporto pokyčiai ir probleminiai aspektai

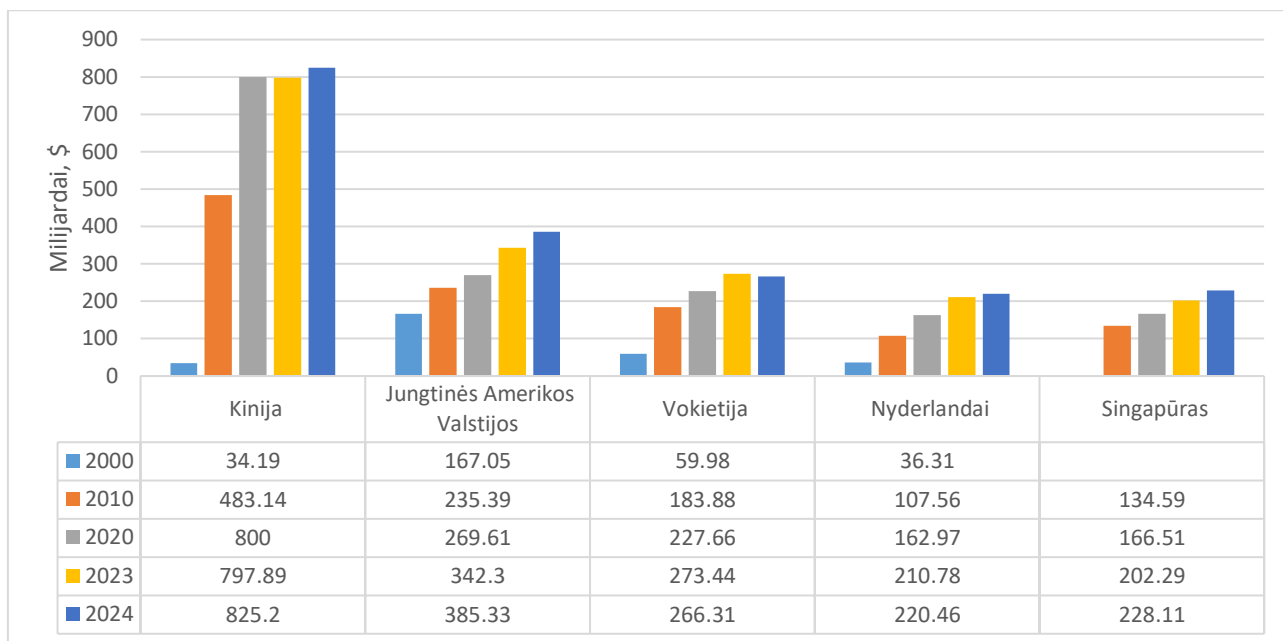
Per paskutinį dešimtmetį tarptautinė prekyba aukštųjų technologijų pramonės produktais pastebimai augo. Aukštųjų technologijų pramonė vis sparčiau įgauna globalią reikšmę pasaulio ekonomikoje. Pažangių technologijų kūrimas, jų pagrindu gaminamų produktų plėtra ir įsitvirtinimas tarptautinėse rinkose, taip pat auganti tarptautinė integracija šioje srityje tampa svarbiu ekonomikos augimo ir strateginiu daugumos valstybių modeliu. Tokioje aplinkoje aukštųjų technologijų produktų eksportas tampa reikšmingu inovacijų veiklos efektyvumo, technologinio išsivystymo lygio bei viešojo ir privataus sektoriaus investicijų į inovacijų plėtrą gražos rodiklio. Be to, jis yra svarbi priemonė vertinant tam tikrų valstybių arba regionų inovacijų strategijų įgyvendinimo rezultatus ir pasirinktų strateginių kryptų pagrįstumą.

2024 metais aukštųjų technologijų eksportas augo sparčiai beveik 9 %, o augimą daugiausia lėmė technologijų pažanga dirbtinio intelekto srityje, skatindama didesnę silicio mikroschemų paklausą po pandemijės ekonomikoje. Žemiau pateiktas grafikas (1 pav.) vizualiai atskleidžia pasaulinio aukštųjų technologijų eksporto augimo tendencijas.



1 pav. Aukštųjų technologijų eksporto metinis augimas pasaulinėje rinkoje, % (2017-2024). Šaltinis: Pasaulinė Intelektinės Nuosavybės Organizacija (2025)

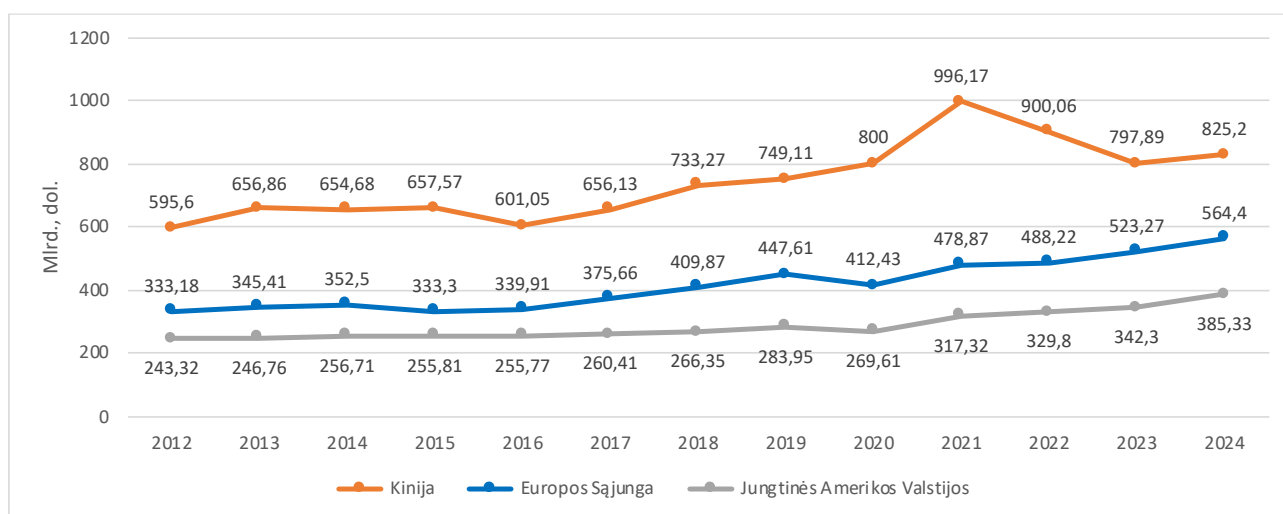
Kinijos aukštųjų technologijų eksportas 2024 metais išaugo 3,4 % ir siekė 825,2 mlrd. JAV dolerių. Ji ženkliai pranoksta kitas šalis ir yra didžiausia aukštųjų technologijų eksportuotoja (2 pav.). Prie to labiausiai prisideda didelė užimama rinkos dalis elektronikos ir kompiuterių srityje.



2 pav. Didžiausi aukštųjų technologijų eksportuotojai (mlrd., dol.): 2000, 2010, 2020, 2023, 2024 metų duomenimis. Šaltinis: Pasaulinė Intelektinės Nuosavybės Organizacija (2025)

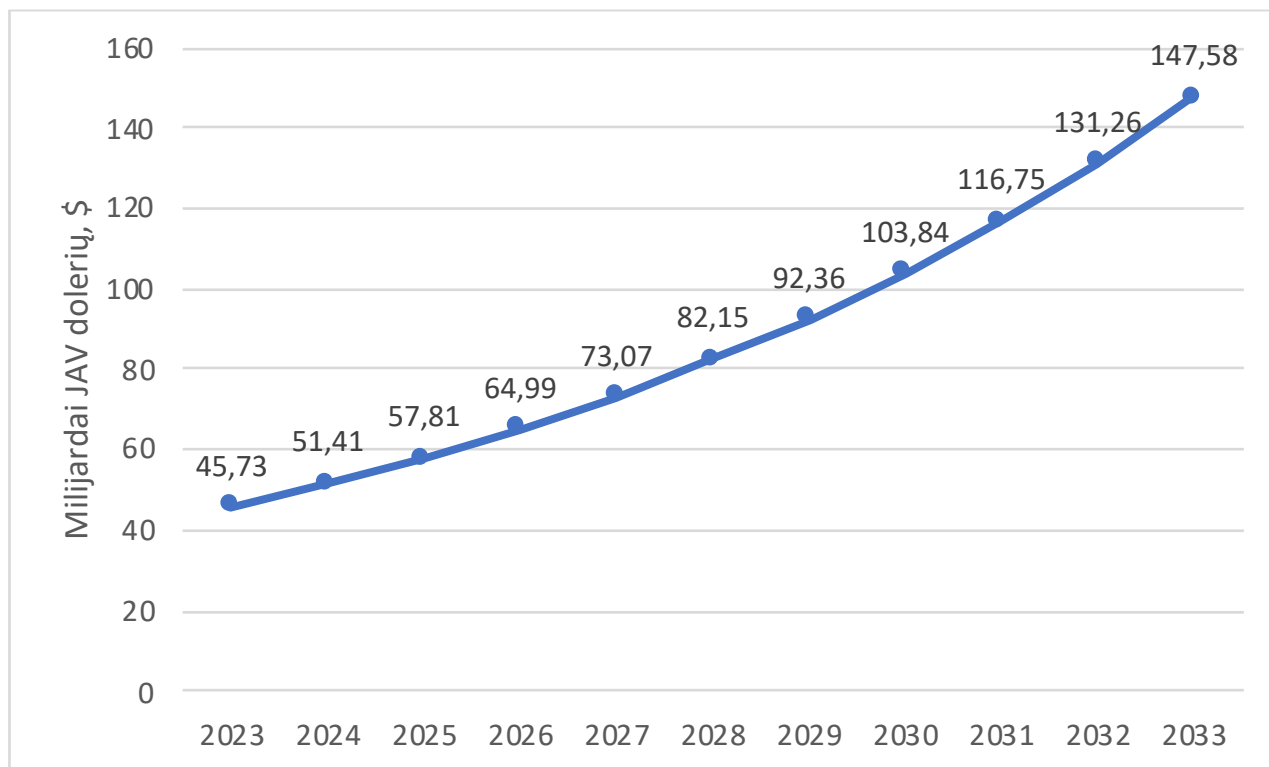
Jungtinių Amerikos Valstijų aukštųjų technologijų eksportas 2024 metais augo 12,6 % ir pasiekė 385,3 mlrd. JAV dolerių, dėl išaugusių pardavimų Meksikoje ir eksporto į Kiniją ir kitas Azijos šalis. Europa patyrė bendrą aukštųjų technologijų eksporto mažėjimą. Vokietijos eksportas sumažėjo 10,6 % iki 266,3 mlrd. JAV dolerių, o Prancūzijos eksportas – 1,7 % iki 117,9 mlrd. JAV dolerių. Daugelis kitų Europos šalių taip pat patyrė kritimą. Tačiau verta paminėti, kad Čekijos aukštųjų technologijų eksportas išaugo 13,4 % iki 51,9 mlrd. JAV dolerių. Airijos aukštųjų technologijų eksportas taip pat augo 24,4 %.

Žemiau pateiktame grafike (3 pav.) atsispindi rinkos pokyčiai tarp didžiausių aukštųjų technologijų eksportuotojų per 2012–2024 metų laikotarpį. Galima pastebėti, kad Europos sąjungos eksportas nuosekliai kyla, neskaitant pirmų pandemijos metų.



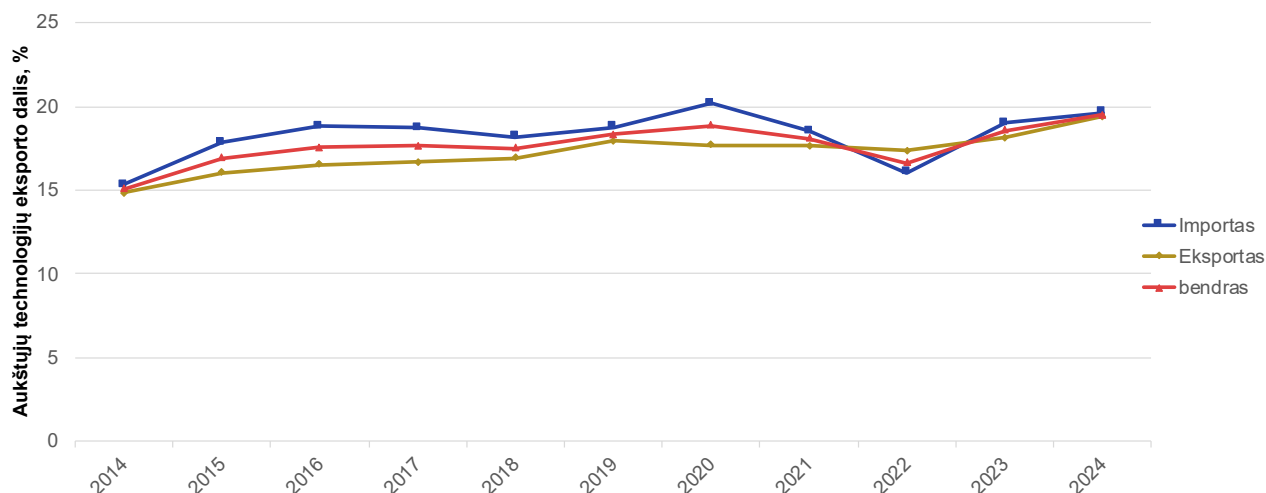
3 pav. Didžiausi aukštųjų technologijų eksportuotojai (mlrd., dol.), 2012-2024 metais. Šaltinis: Pasaulinė Intelektinės Nuosavybės Organizacija (2025)

Globalios aukštųjų technologijų pramonės šakų logistikos rinkos dydis 2023 metų buvo įvertintas apie 45,73 milijardų JAV dolerių, o iki 2033 metų prognozuojama, kad jis pasieks maždaug 147,58 milijardų JAV dolerių (4 pav.), vidutiniškai paaugant po 12,43 % per metus laikotarpiu nuo 2024 iki 2033 m. Aukštųjų technologijų pramonė apima ne tik gamybą, bet ir logistiką, kuri labai gerai atspindi šių pramonės šakų augimą ir paplitimą. Ši rinka apima transportavimo, sandėliavimo ir įvairias paskirstymo paslaugas, skirtas aukštos pridėtinės vertės ir technologiškai pažangiems produktams. Dėl jautrios šių produktų specifikos tiekimo grandinė turi būti optimali ir preciziška, dėmesys skiriamas saugumui, tikslumui ir efektyvumui.



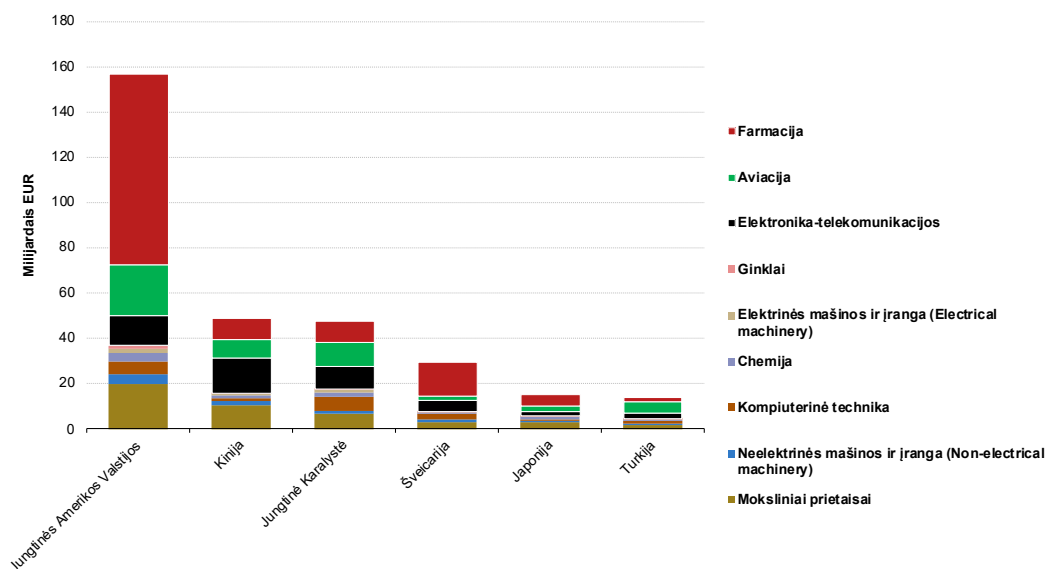
4 pav. Prognozuojamas aukštųjų technologijų logistikos rinkos dydis 2023-2033 m. (mlrd., dol.). Šaltinis: Vision Research Reports (2024)

Aukštųjų technologijų pramonės pagaminti produktai yra labai svarbi Europos Komisijos politikos tikslų dalis „*Environment and climate*“, „*Our digital future*“ ir „*Jobs and economy*“ srityse. Analizuojant aukštųjų technologijų eksportą už ES ribų pastebima, kad 2013–2023 m. bendras šių produktų eksporto ir importo srautas augo vidutiniškai po 6,4 % kasmet, o jų dalis visoje prekyboje išaugo nuo 14,8 % iki 18,5 %. Kinija yra pagrindinė partnerė importuojant aukštąsias technologijas į ES, o Jungtinės Amerikos Valstijos – didžiausia ES eksporto kryptis. Su bent du kartus mažesniais eksporto rodikliais tarp kitų bendrijos eksporto partnerių yra Kinija, Jungtinė Karalystė, Šveicarija, Japonija ir kt. Šių technologijų rinkos sudarė 83% viso Europos Sąjungos eksporto. Taip pat reikšminga, kad aukštųjų technologijų produktų gamybos vertė šiuo laikotarpiu pakilo nuo 271 mlrd. eurų 2013 m. iki 406 mlrd. eurų 2023 m., kas rodo sparčią šio sektoriaus plėtrą ir augančią jo dalį Europos ekonomikoje.



5 pav. Europos Sąjungos aukštųjų technologijų eksporto dalis nuo bendro eksporto 2014-2024 m., %.
Šaltinis: Eurostat (2025)

Europos sąjungos aukštųjų technologijų pramonės prekyba atskleidė reikšmingus pokyčius 2024 metais, kai šios pramonės šakos produkcijos buvo importuota už 478 milijardus eurų. Tai yra 0,2% mažiau nei 2023 metais, tačiau eksportas išaugo net 8,1 % ir pasiekė 501 milijardų eurų. Jungtinėms Amerikos Valstijoms teko net 31 % viso ES aukštųjų technologijų pramonės eksporto, kurio vertė siekė 156 mlrd. eurų. Antroje vietoje esanti Kinija su 10 % ir 49 mlrd. eurų, o po jos – Jungtinė Karalystė su 10 % ir 48 mlrd. eurų. Didžiausią dalį viso aukštųjų technologijų eksporto už bendrijos ribų sudarė farmacijos produktai – 33 %, o pagrindinė šios kategorijos prekybos partnerė buvo JAV. Antroje ir trečioje vietoje elektronikos ir telekomunikacijų produktai su 19 % bei aviacijos ir kosmoso pramonės gaminiai su 18 %. Elektronikos ir telekomunikacijų sektoriuje svarbiausia eksporto kryptis buvo Kinija, o aviacijos srityje – Jungtinės Amerikos Valstijos. Šie duomenys atskleidžia, kad JAV ir Kinija išlieka strategiškai svarbios rinkos, lemiančios ES aukštųjų technologijų eksporto augimą, o farmacijos produktai yra didžiausias ir svarbiausias bendrijos eksporto sektorius. Jungtinėms Amerikos Valstijoms farmacija sudarė net 54 % viso aukštųjų technologijų eksporto tai yra 84 milijardai eurų. Žemiau pateiktame grafike (6 pav.) galima matyti kaip ES aukštųjų technologijų pramonės eksportas yra pasiskirstęs pagal svarbiausias partneres ir kategorijas.



6 pav. Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės eksportas pagal didžiausias prekių grupes, mlrd., dol., 2024 m. Šaltinis: *Eurostat* (2025)

Po ketverių metų iš eilės fiksuoto prekybos deficito, ES aukštųjų technologijų sektorius 2024 m. perėjo į 23 mlrd. eurų perteklių, palyginus su 15 mlrd. eurų deficitu 2023 m. Daugiausiai viso aukštųjų technologijų pramonės importo į ES sudarė produkcija iš Kinijos (30 %) ir Jungtinių Amerikos Valstijų (23 %). Aukštųjų technologijų sektoriaus gamybos augimas ir didėjantis tarptautinės prekybos mastas stebimas tiek išsivysčiusiose, tiek besivystančiose šalyse. Pastarąjį dešimtmetį tarp pagrindinių aukštųjų technologijų prekių tiekėjų į Europos Sąjungos rinką, be Kinijos, kuri nuosekliai didina savo eksportą, iškilo ir tokios šalys kaip Vietnamas, Malaizija bei Turkija. Didžiausią aukštųjų technologijų importo dalį sudarė elektronikos ir telekomunikacijų produktai (36 %), kurių pagrindinė tiekėja buvo Kinija, Vietnamas ir Taivanas. Tuo tarpu iš Šveicarijos daugiausia buvo importuojama farmacijos produkcijos – ji sudarė net 70 % viso aukštųjų technologijų importo iš šios šalies. O iš Jungtinių Amerikos Valstijų ir Jungtinės Karalystės svarbiausia importo kategorija buvo aviacijos ir kosmoso pramonės gaminiai. Tai atskleidžia, kad importo struktūra stipriai priklauso nuo valstybių specializacijos, kuri formuoja sektoriaus augimo ir konkurencingumo dinamiką.

1.2. Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto veiksnių tyrimo aktualumas ir ištyrimo lygmuo

Aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto plėtros klausimams tiek mokslininkai, tiek specialistai skiria vis daugiau dėmesio, atsižvelgdami į šios pramonės reikšmę ekonomikos augimui, konkurencingumui ir inovacijų vystymui. Didelis dėmesys skiriamas tam, kaip technologinės inovacijos, moksliniai tyrimai ir taikomoji veikla skatina eksporto augimą aukštųjų technologijų sektoriuose, tokiuose kaip puslaidininkių gamyba, dirbtinio intelekto technologijų bei farmacijos ir elektrinių transporto priemonių pramonė. Vis dėlto dauguma iki šiol atliktų tyrimų koncentruojasi į bendrą aukštųjų technologijų pramonės ir eksporto veiksnių analizę, todėl išsamių tyrimų, nagrinėjančių aukštųjų technologijų pramonės šakų svarbą ir konkrečius Europos Sąjungos eksporto augimo veiksnius pasaulinėje rinkoje, nėra pakankamai. Be to, aukštųjų technologijų eksporto plėtra glaudžiai siejasi su tokiomis strateginėmis kryptimis kaip žalioji energetika, automatizacija ir skaitmenizavimas, todėl šios temos išlieka itin aktualios tiek akademinėi bendruomenei, tiek

pramonės atstovams, siekiantiems sustiprinti Europos Sąjungos pozicijas globalioje aukštųjų technologijų rinkoje.

Veiksniai kurie lemia aukštųjų technologijų gamybos eksporto srautus OECD šalyse yra išskirti Journal of the Knowledge Economy (2023) straipsnyje. Autoriai teigia, kad didelę įtaką šios pramonės eksporto plėtrai daro tokie veiksniai, kaip kapitalo investicijos, žemės plotas vienam gyventojui, universitetų absolventų skaičius, MTEP išlaidos nuo BVP, tiesioginės užsienio investicijos, aukštųjų technologijų importas, reguliavimo kokybė, šalies gyventojų skaičius bei narystė ES. Pabrėžiama kad šių veiksmų stiprinimas yra būtinas aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto lygio didinimui ir siekiant ilgalaikio ekonomikos augimo. Salikhova (2024) savo moksliniame darbe analizuoja ES pramonės politiką ir teisinį pagrindą, skatinantį aukštųjų technologijų sektoriaus plėtrą bei konkurencingumą. Remiantis 2008–2023 m. duomenimis, nustatyta, kad ES aukštųjų technologijų prekybos deficitas, ypač su Kinija ir kitomis Azijos šalimis, nuolat augo. Didžiausias importo augimas fiksuotas elektronikos, telekomunikacijų ir kompiuterių sektoriuose. Bendrija atsižvelgus į šias tendencijas buvo priverstą imtis naujų politinių priemonių siekiant sumažinti išorinę technologinę priklausomybę. Epicoco (2021) tyrime pabrėžiama, kad istoriniai ir geopolitiniai įvykiai yra svarbūs išoriniai veiksniai, galintys reikšmingai paveikti aukštųjų technologijų sektoriaus vystymąsi. Neprognozuojami reiškiniai (angl. force majeure), tokie kaip kariniai konfliktai, finansų krizės ar demografiniai pokyčiai, gali tiek stabdyti tiek skatinti aukštųjų technologijų plėtrą. Kariniai konfliktai dažnai paspartina inovacijas ir eksportą, o ekonominės krizės riboja investicijas į MTEP veiklas. Taip pat, straipsnyje išskiriami socialiniai ir reguliaciniai veiksniai, tokie kaip visuomenės normos, kompetentingų institucijų veiksmai, pramonės standartai ir ryšiai, kurie formuoja inovacijų aplinką ir prisideda prie naujų technologijų diegimo.

Tuo tarpu Braja (2020) patvirtina, kad pagrindiniai aukštųjų technologijų eksporto skatinimo veiksniai yra technologinė pažanga ir inovacijos, investicijos į mokslinius tyrimus ir plėtrą (MTEP) bei šalies ekonomikos išsivystymo lygis. Habenکو (2023) straipsnyje antrina, kad pagrindiniai aukštųjų technologijų eksporto augimą lemiantys veiksniai yra investicijos į MTEP bei kvalifikuota darbo jėga, tai yra tiek mokslininkai dirbantys verslo sektoriuje, tiek IT specialistai. Ištyrus įvairias šalis nustatyta, kad įmonėse 1% padidėjus mokslinius tyrimus atliekančių darbuotojų, aukštųjų technologijų pramonės šakų gaminių eksportas vidutiniškai padidėja 0,73%. Pagal Sisatzky (2024) Nyderlanduose aukštųjų technologijų eksporto augimą skatina keli pagrindiniai veiksniai. Ši šalis išsiskiria pažangia elektronikos ir puslaidininkių pramone, o vyriausybės skatinamosios programos, tokios kaip Prekybos ir Investicijų fondas bei Inovacijų kreditų programa, teikia finansinę paramą įmonėms, siekiančioms plėstis užsienyje. Taip pat reikšmingas veiksnys yra išvystytą infrastruktūrą, tokia kaip Roterdamo uostas ir Amsterdamo Schiphol oro uostas. Singapūre, tuo tarpu, aukštųjų technologijų eksportas skatinamas telkiant dėmesį skaitmeninei ekonomikai ir dirbtiniam intelektui, o jo strateginė geografinė padėtis, palankus verslo klimatas bei aukštos kvalifikacijos darbo jėga pritraukia pasaulio technologijų atstovus. Apibendrinant, tiek Nyderlandų, tiek Singapūro sėkmę eksporto srityje lemia pažangi pramonė, palanki vyriausybė politika, gerai išvystyta infrastruktūra ir strateginė geografinė padėtis. Pasak *Vision Research Reports* (2023) aukštųjų technologijų logistikos rinkos augimą skatina didėjanti efektyvus ir saugaus aukštos vertės prekių, transportavimo paklausa, kurią lemia sparčiai auganti e. komercija ir globalių tiekimo grandinių plėtra. Prie rinkos plėtos taip pat reikšmingai prisideda pažangių technologijų automatizavimo ir dirbtinio intelekto taikymas, didėjančios investicijos į infrastruktūrą bei logistikos paslaugų perdavimas trečiosioms šalims.

Viename moksliniame tyrime autorės Sledziowska ir kt. (2017) rezultatai parodė, kad ES-15 šalyse eksporto augimą labiausiai lemia žmogiškojo ir prekybos partnerių fizinio kapitalo lygis, o V4 šalyse (Lenkija, Čekijos Respublika, Slovakija, Vengrija) kapitalo įtaka nėra reikšminga, eksportą labiau skatina fizinio kapitalo skirtumai tarp valstybių. Tai atskleidžia esminius struktūrinius skirtumus tarp šių regionų – senosios bendrijos narių eksportas remiasi aukštesne žmogiškojo kapitalo verte, o V4 šalys remiasi skirtinga kapitalo struktūra siekdamos konkurencinio pranašumo aukštųjų technologijų pramonės šakose.

Apibendrinus esamus tyrimus galima teigti, kad mokslininkai išskiria tam tikrus veiksnius kurie daro įtaką aukštųjų technologijų pramonės šakų eksportui, tokius kaip investicijos į MTEP, politika ir teisiniai pagrindai, geopolitiniai įvykiai, kapitalo lygis ir investicijos, kvalifikuoti darbuotojai, užsienio investicijos reguliacinė aplinka, geografinė padėtis ir infrastruktūra. Tačiau tyrimuose mažai juos analizuoja ir nepakankamai tyrinėja Europos Sąjungos atvejį.

Tyrimų aktualumą rodo aukštųjų technologijų pramonės šakų augimas pasaulyje ir Europos konkurencingumo svarba šioje srityje globaliame kontekste. Europos Sąjungos padidintas dėmesys inovacijoms leidžia būti pasaulinės rinkos lydere, o tai lemiantys veiksniai, kurie analizuojami tyrimuose yra aktualūs tiek valstybiniu tiek verslo lygmeniu. Galime teigti, kad valstybės politikos formavimo kontekste šis tyrimas gali būti naudingas ES ir nacionalinėms institucijoms, siekiant skatinti aukštųjų technologijų plėtrą ir ekonomikos augimą. Tarptautinės prekybos analizėje tyrimas gali padėti kurti eksporto strategijas ir nustatyti perspektyviausias rinkas. Be to, tai gali būti pagrindas inovacijų vystymui, švietimo programų kūrimui, tarptautinės konkurencijos ir partnerystės analizei, ekonomikos prognozavimui, darnaus vystymosi strategijoms bei geopolitiniais sprendimais, padedantiems mažinti ES priklausomybę nuo kitų regionų. Galiausiai, tyrimo rezultatai gali būti naudingi akademinėi bendruomenei, skatinant tolesnius mokslinius tyrimus ir diskusijas apie skirtingų veiksmų įtaką ekonomikai ir pramonei.

2. Aukštųjų technologijų pramonės šakų reikšmė ir eksporto plėtrą skatinančių veiksmų teoriniai aspektai

Šiame skyriuje analizuojama aukštųjų technologijų pramonės šakų apibrėžimas ir reikšmė Europos Sąjungos ekonomikos plėtrai bei jų eksporto svarba tarptautinės konkurencijos kontekste. Aptariami pagrindiniai teoriniai veiksniai, darantys įtaką šių sektorių eksporto augimui – nuo MTEP investicijų iki institucinės aplinkos, skyriuje jie skirstomi į endogeninius ir egzogeninius veiksnius. Taip pat, pateikiami galimi iššūkiai, kurie yra neatsiejami nuo sparčiai augančių aukštųjų technologijų pramonės pajėgumo.

2.1. Aukštųjų technologijų pramonės šakų samprata, raidos tendencijos ir technologinės pažangos įtaka sektoriui

Aukštųjų technologijų gamyba per pastarąjį šimtmetį smarkiai evoliucionavo, todėl šios sąvokos turinys nuolat keitėsi kartu su pramonės pažanga ir naujų technologijų atsiradimu. Aukštųjų technologijų terminas plačiai išplito XX amžiaus viduryje, kai greitai vystantis technologijoms atsivėrė beveik neribotos galimybės tiek vartotojams, tiek gamintojams. Tuo metu buvo plačiai pradėta naudoti atominė energija, atsirado įvairūs kompiuteriai bei prasidėjo masinė pažangių buitinių elektronikos prietaisų, tokių kaip šaldytuvai ir televizoriai, gamyba. Šiomis dienomis aukštųjų technologijų gamyba daugiausia koncentruojasi į įvairių komponentų, skirtų komerciniams ir asmeniniams kompiuteriams, bei kitų technologinių įrengimų, užtikrinančių jų veikimą, kūrimą ir gamybą.

XX amžiaus technologinės revoliucijos įsibėgėjo, kai 1980 metais Japonija tapo pasaulinės elektronikos rinkos lydere, gamindama aukštos kokybės ir pridėtinės vertės, inovatyvius produktus. Tai iš esmės pakeitė šios pramonės konkurencinę dinamiką globalioje ekonomikoje ir privertė tokias šalis kaip JAV investuoti į naujas technologijas ir jų gamybą, ypač skatinant mokslinius tyrimus.

Literatūroje galima rasti keletą aukštųjų technologijų įmonių apibrėžimų. Pagal Kleingartner'į ir Anderson (1987), aukštųjų technologijų įmonių pagrindinis tikslas yra įgyvendinti naujas idėjas ir perkelti jas į rinką. Siekiant šio tikslo, įmonės skiria daug išteklių moksliniams tyrimams ir plėtrai (MTEP), o MTEP ir pardavimų santykis yra bent dvigubai didesnis už kitų sektorių vidurkį. Taip pat, samdo darbuotojus ir vysto jų technologines kompetencijas, o tokių specialistų dalis tarp visų darbuotojų yra bent tris kartus didesnė už šalies vidurkį. Šie aspektai parodo stiprų mokslinį ir technologinį pagrindą šiose pramonės šakose, kas lemia jų išskirtinumą ir konkurencinį pranašumą. Panašiai aukštųjų technologijų pramonę apibūdina ir Milkovich'ius (1987), pabrėždamas, kad tai gamintojai, kurie savo strategijose prioritetą teikia inovacijoms bei reikšmingai investuoja į mokslinius tyrimus ir plėtrą. Taip pat, samdo santykinai daug mokslininkų ir inžinierių, kas leidžia konkuruoti globaliose rinkose, kuriose produktų gyvavimo ciklas yra santykinai trumpas.

XX amžiuje susiformavo aukštųjų technologijų kapitalizmo era, kuriai būdinga sudėtinga produktų ir paslaugų grandinė dėl nuolatinių inovacijų srauto. Būdinga tai, kad technologinius pokyčius inicijuoja ne pavieniai išradimai, o daugybė nuoseklių smulkių patobulinimų, kurių kūrimas yra įmonių strategijos dalis. Šio kapitalizmo eroje, kapitalas ir pelnas transformuoja savo prigimtį. Remiantis Carmine (2022) daugumą aukštųjų technologijų apibrėžimų galima suskirstyti į dvi pagrindines kategorijas (7 pav.).



7 pav. Aukštųjų technologijų įmonių identifikavimo pagrindai

8-ojo dešimtmečio pabaigoje Jungtinėse Amerikos Valstijose buvo suformuotas produkto pagrindu grindžiamas aukštųjų technologijų sektoriaus apibrėžimas. Kol jis buvo susijęs tik su mokslinių tyrimų ir plėtros investicijomis, pasirodė per daug subjektyvus, todėl buvo pradėta naudotis aukštos kvalifikacijos darbuotojų žiniomis ir gebėjimais. Vėliau aukštosios technologijos buvo priskirtos skirtingos gamybos šakos, tokios kaip farmacija, kompiuterių pramonė, biotechnologijos ir kt. Šis aukštųjų technologijų identifikavimo metodas prasiplėtė iki kompleksiško kriterijų rinkinio. Pramonės pagrindu grįstas aukštųjų technologijų pramonės šakų sektorių apibrėžimas yra paprastesnis metodas, tačiau jautrus įvairiems nedideliems pokyčiams produktuose, dėl kurių sektoriaus dydis gali atrodyti didesnis negu iš tikrųjų yra arba atvirkščiai. Pagal šį metodą aukštųjų technologijų pramonė yra nustatoma pagal tris kriterijus: technologijų vystymo ir plėtros greitį, lyginimui naudojant „S kreives“ (grafikai, kurie naudojami technologijų vystymosi, produkto gyvavimo ciklo ar inovacijų plėtros analizėje); kompetentingų darbuotojų skaičių, jų įgūdžius ir gebėjimus; pagal MTEP išlaidas procentine dalimi nuo pardavimų.

Carmine (2022) tyrime teigiama, kad įvertinus ryšį tarp rinkodaros ir MTEP, galime išskirti į rinką orientuotas ir į inovacijas orientuotas aukštųjų technologijų įmones. Į rinką orientuotos kuria inovacijas reaguodamos į tam tikrus rinkos poreikius, o įmonės, orientuotos į inovacijas, prioritetą teikia tyrimams ir tik po to atsižvelgia į vartotojų poreikius.

Lyginant su kitais sektoriais aukštųjų technologijų sektoriuose du ryškiausi rodikliai identifikuojant ir atskiriant nuo kitų sektorių yra MTEP išlaidos ir jų santykis su pardavimais bei šiuose sektoriuose dirbantys specialistai. Todėl vieningo apibrėžimo kuris išliktų stabilus ilgą laiką iki šiol nėra, o to priežastis yra ypač intensyvūs technologiniai pokyčiai.

Kad būtų galima įvertinti technologijų poveikį pramonės veiklai, Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacija (EBPO, angl. *Organisation for Economic Co-operation and Development*, *OECD*) sukūrė klasifikacijas, pagal kurias pramonės šakos ir produktai skirstomi remiantis technologiniu intensyvumu. XX a. pabaigoje buvo tobulinamas klasifikavimo metodas reguliariai jį atnaujinant. Pirmoji klasifikacija buvo paremta tik JAV rinka, tačiau vėliau EBPO 1984 m. sukūrė patikimesnį metodą, naudodama 11 šalių duomenis ir tiesioginio MTEP intensyvumo rodiklį. Vėliau šis metodas buvo atnaujintas, įtraukiant netiesioginį technologijų naudojimą ir naujausius duomenis.

Galiausiai remiantis 1990 m. duomenimis buvo paskelbta oficiali klasifikacija, kuri pažymėjo keturias grupes: aukštųjų technologijų, vidutiniškai aukštų, vidutiniškai žemų ir žemų technologijų pramonę. Šių keturių grupių klasifikacija išliko stabili iki šių dienų, patvirtinant, kad visada aukštesnės kategorijos pramonės šakos MTEP intensyvumas yra didesnis. Tačiau, laikui bėgant technologijų intensyvumas skirtinguose sektoriuose kito ir pramonės šakos iš vienu grupių buvo perkeltos į kitas. EBPO aukštųjų technologijų sektoriams priskyrė keturias pagrindines grupes: farmacijos, kompiuterių, elektronikos ir komunikacijų, orlaivių pramonės. Jos išliko iki šios dienos nepakitę.

Hatzichronoglou (1997) teigia, kad tuometinis pramonės šakų klasifikavimas, naudojant technologinį intensyvumą leido nuosekliai analizuoti technologijų plėtrą gamybos ir prekybos kontekste, tačiau tai nėra lengvas procesas ir susiduria su iššūkiais. Teigiama, kad gali kilti klausimas ar aukštųjų technologijų sektorius yra tas kuris intensyviai kuria technologijas ar jas intensyviai naudoja. Šiam vertinimui buvo pasirinktas MTEP intensyvumo rodiklis, nes jis apima tiek tiesiogines, tiek netiesiogines technologines išlaidas. Pavyzdžiui, vertinant netiesioginį technologinį intensyvumą pradėta įtraukti ir pažangių technologijų importą iš kitų pramonės šakų per tarpinius produktus arba kapitalo prekes.

Kirner ir kt. (2009) savo tyrime naudojo pardavimų dalies investicijas į MTEP tam, kad pramonės sektoriai būtų klasifikuojami į aukštas, vidutines ir žemas technologijas. Jie siūlė klasifikavimo metodą, pagal kurį žemos technologijos pramonės investuoja mažiau nei 2,5 % savo pardavimų įplaukų į mokslinius tyrimus ir plėtrą, vidutinės technologijos pramonės – tarp 2,5 ir 7 %, o aukštųjų technologijų pramonės – daugiau nei 7 % šioje srityje.

Šio dešimtmečio literatūroje dažniausiai naudojama klasifikacija pagal sektorius yra pagrįsta technologiniu intensyvumu, pasiūlyta EBPO (2007) ir paremta anksčiau minėtu Hatzichronoglou (1997) tyrimu. Remiantis EBPO, ši technologijų intensyvumo klasifikacija vertinama pagal tiesioginį MTEP intensyvumą – MTEP išlaidų santykį su sukuriama pridėtine verte arba gamybos apimtimi, taip pat atsižvelgiama į netiesioginį technologinį intensyvumą, kuris apima technologijas, įtvirtintas tarpinėse ir kapitalo prekėse. Technologinis intensyvumas apibūdina technologijų ir žinių naudojimo mastą bei jų vaidmenį gamybos procese kiekviename pramonės sektoriuje. Galime teigti, kad pagrindinis rodiklis technologinio intensyvumo klasifikacijai yra MTEP intensyvumas.

Tačiau ši technologinio intensyvumo klasifikacija turi tam tikrų trūkumų, nes yra veiksnių nesusijusių su MTEP, bet darančių reikšmingą įtaką technologijų intensyvumui. Vieni tokių yra personalas, licencijos, žinios, darbuotojų kaitos rodikliai ir kt. Vadinasi, inovacijos gali būti skatinamos ir kitais būdais (Reichert ir kt., 2016; Zheng ir kt., 2016). Verta paminėti, kad šis rodiklis turi ir kitą problemą, kai gamyba auga greičiau nei MTEP išlaidos dėl staigiai padidėjusios paklausos ar itin intensyvios rinkodaros (Hatzichronoglou, 1997). Yra ir kitų aspektų, kurie daro įtaką inovacijų veikloms, jie literatūroje (Tello-Gamarra ir kt., 2024) yra vadinami inovacijų potencialu (angl. *innovation capability*). Nepaisant anksčiau minėtų trūkumų, ši technologinio intensyvumo klasifikacija yra plačiai priimta dėl savo paprastumo ir galimybės palyginti globaliu mastu.

Vėlesniame EBPO skelbtame Galindo-Rueda'os ir Verger'io (2016) straipsnyje plačiau nagrinėta technologijų taksonomija ir siūlomas atnaujintas klasifikacijos metodas pagal technologinį MTEP intensyvumą. Teigiama, kad nauja sistema, skirtingai nuo ankstesnių EBPO klasifikacijų pagrindiniu kriterijumi laiko būtent MTEP veiklos intensyvumą, tačiau pripažįstama, kad jis yra tik netiesioginio

technologinio lygio rodiklio. Taip pat, analizė apima ir paslaugų sektorių, kuris buvo ignoruojamas dėl duomenų trūkumo bei remiasi kitu tarptautiniu standartiniu gamybiniu visų ekonominės veiklos rūšių klasifikatoriumi (angl. *ISIC*). Autoriai pabrėžia, kad ankstesni aukštųjų technologijų apibrėžimai buvo per siauri, nes nebūtinai visa technologinė pažanga susidaro tik iš MTEP veiklos, yra daug įmonių kurios taiko inovacijas jų nekurdamos. Galima teigti, kad ši nauja taksonomija nebegali būti vadinama technologinio intensyvumo klasifikacija, kadangi MTEP išlaidos ne visada atspindi inovacijų lygį, pavyzdžiui paslaugų sektoriuje. Šioje EBPO ataskaitoje pirmą kartą yra įtraukiamas paslaugų sektorius, todėl įvestos penkios technologijų grupės pagal MTEP intensyvumą: aukštos, vidutiniškai aukštos, vidutinės, vidutiniškai žemos ir žemos. Taip buvo padaryta dėl to, nes paslaugų sektorius pasižymi kitokiu MTEP intensyvumo lygiu nei gamybos pramonė, senoji sistema nesugebėjo atspindėti skirtumų tarp jų. Iš esmės šiame straipsnyje išsamiai aptariama metodologija, kaip EBPO skaičiuoja MTEP intensyvumą pagal pramonės šakas, kodėl tam naudojamas bendrosios pridėtinės vertės rodiklis (angl. *GVA*) ir kaip užtikrinamas duomenų patikimumas, nes daug kas priklauso nuo to, kaip yra interpretuojami duomenys.

MTEP intensyvumas – tai konkretus skaitinis rodiklis, įmonėje išreiškiamas mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtos išlaidų santykiu su ekonominės veiklos rezultatu – bendrosiomis įmonės pajamomis (Meral, 2019). Šis rodiklis atspindi, kokia pajamų dalis skiriama MTEP veiklai, o ji galima taikyti net ir konkrečios valstybės lygmeniu lyginant su BVP. Verslo sektoriaus lygmeniu, šis rodiklis apskaičiuojamas MTEP išlaidų santykiu su bendrąja pridėtine verte arba bendrąja produkcija. Bendrosios pridėtinės vertės rodiklis pasižymi patikimesniais duomenimis, todėl jį labiau įprasta naudoti skaičiavime negu bendrosios produkcijos rodiklį, kuris yra jautresnis įmonių struktūriniais pokyčiams. Tačiau verta paminėti, kad pastarasis rodiklis turi pranašumą, nes mažiau paveikiamas atsiradus išorės paslaugų pirkimams (angl. *outsourcing*). Pagal šį metodą ir skaičiavimo būdą, aukštųjų technologijų pramonės kategorijai yra priskiriami tie patys sektoriai: oro ir kosmoso pramonė, farmacija, elektronika, kompiuteriai ir optinė įranga.

Tiesioginės MTEP išlaidos susidaro, kai įmonė pati vykdo mokslinius tyrimus ir plėtrą. O netiesioginės MTEP išlaidos – tyrimai, žinios ir technologijos, įgyjami per tarpines prekes arba įrangą. Tai rodo, kad pramonė perka produktus, įrangą ar paslaugas, kurie jau yra kito gamintojo MTEP rezultatas. Pavyzdžiui, įmonės perka pažangią įrangą, kurią sukūrė kitas gamintojas, arba įmonės perka tarpines žaliavas kurias sukūrė kita įmonė (puslaidininkiai – ASML įmonės pavyzdys). Tačiau verta paminėti, kad netiesioginį MTEP nėra lengva apskaičiuoti dėl duomenų trūkumo.

Perduodant ir skelbiant nacionalinius Europos Sąjungos duomenis, būtina turėti vieningus statistikos standartus, kad visi rinkos dalyviai galėtų remtis patikima ir palyginama informacija. Nuo 2022 m. EBPO ir „Eurostatas“ oficialiai savo duomenims teikti naudoja technologijų klasifikaciją sutrumpintu pavadinimu EVRK (angl. *NACE*). Tai yra ekonominės veiklos rūšių klasifikatorius Europos Sąjungoje ir šis terminas yra kilęs iš prancūziško pavadinimo *Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne*. EVRK klasifikatoriumi apibrėžtos ekonominės veiklos rūšys yra aiškinamos vienodai visose bendrijos narėse, todėl pateikiami duomenys leidžia vertinti konkurencingumą ir užkerta kelią iškreiptiems palyginimams. Nuo 1970 m. buvo sukurta keletas EVRK versijų. 2006 m. gruodžio 20 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentu (EB) Nr. 1893/2006 nustatė ir patvirtino statistinį ekonominės veiklos rūšių klasifikatorių EVRK 2 red., tačiau dėl didžiulės technologinės pažangos ir globalizacijos ekonominė veikla iš esmės keitėsi, o tam EVRK klasifikatorius buvo atnaujintas ir priimtas paskutinis šiai dienai pakeitimas – EVRK 2.1 red. ES ekonominės veiklos statistinėje klasifikacijoje EVRK 2 red. aukštųjų technologijų pramonės šakos

yra grupuojamos pagal technologinio intensyvumo lygį, kuris yra apskaičiuojamas santykiu tarp MTEP išlaidų ir bendros pridėtinės vertės, gamybos sektoriuje taikant dviejų arba trijų skaitmenų klasifikacijos lygius. 2022 m. spalio 10 d., kai buvo paskelbtas Komisijos deleguotasis reglamentas (ES) 2023/137, kuriuo iš dalies keičiamas 2006 m. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (EB) Nr. 1893/2006, nustatantis ekonominės veiklos rūšių statistinį klasifikatorių – EVRK 2 redakciją. Tai įvyko po to, kai Jungtinių Tautų Statistikos komisija patvirtino naują tarptautinę ISIC 5 redakciją ir reikėjo suderinamumo su pasauliniais standartais. Iš esmės EVRK buvo sukurta pagal ISIC, jos mažai kuo skiriasi. Europos Sąjunga modernizavo statistikos rengimą, kad užtikrintų labiau palyginamus duomenis ir jų aktualumą. EVRK 2.1 red. klasifikatorius yra oficialiai diegiamas visuose atitinkamuose statistikos rengimo šaltiniuose ir oficialiai įsigaliojo nuo 2025 m.. Jame yra išskiriami trys pagrindiniai aukštųjų technologijų sektoriai: farmacijos; kompiuterių bei elektronikos ir optinių prietaisų; oro ir kosmoso pramonė (Eurostat, 2025).

EVRK 2.1 red. statistinė klasifikacija pagal ekonominę veiklą Europos Sąjungoje remiasi šiais kriterijais (Eurostat, 2025):

- a) ekonominės veiklos panašumu – klasifikavimas pagrįstas veiklos pagrindine produkcija ir paslaugomis;
- b) gamybos proceso panašumu – veiklos skirstomos pagal technologinį procesą, naudojamą įrangą ir žaliavas;
- c) ekonominės veiklos statistinio reikšmingumo kriterijus – veikla įtraukiama į atskirą klasę, jei jos ekonominė reikšmė, tokia kaip užimtumas arba pridėtinė vertė, yra pakankamai didelė ES mastu;
- d) suderinamumas su tarptautiniais klasifikavimo standartais – EVRK struktūra tiesiogiai atitinka tarptautinį klasifikatorių ISIC, tam kad būtų užtikrintas tarptautinis duomenų palyginamumas;
- e) hierarchinė struktūra – naudojami 4 lygiai. Veikla skirstoma į skyrius (angl. *sections*), poskyrius (angl. *divisions*), grupes (angl. *groups*) ir klases (angl. *classes*), pagal vis didėjančią detalizavimo lygį.

Pateikiant statistinius duomenis apie aukštąsias technologijas, Europos statistikos portalas „Eurostat“ oficialiai naudoja pramonės sektorių suskirstymą pagal technologinį intensyvumą (angl. *technological intensity*). Remiantis Europos Sąjungos ekonominės veiklos rūšių klasifikatoriumi EVRK 2.1 red. pramonės šakos yra suskirstytos į keturias kategorijas (žr. 1 lentelėje).

1 lentelė. Pramonės šakų skirstymas pagal technologinį intensyvumą. Šaltinis: Eurostat (2022)

Klasifikacija	Sektorius	EVRK kodas
Aukštosios technologijos	Farmacija	21
	Kompiuteriai, elektronika ir optinė įranga	26
	Oro ir kosmoso pramonė	30.3
Vidutinės aukštosios technologijos	Chemijos pramonė	20
	Ginklų pramonė	25.4
	Elektroninės įrangos pramonė	27
	Gamybos įrangos pramonė	28

	Motorinių priemonių pramonė	29
	Kitų transporto priemonių pramonė (neįtraukiant laivų, orlaivų ir su jais susijusios gamybos)	30; 30.1; 30.3
	Medicinos instrumentų pramonė	32.5
Vidutinės žemosios technologijos	Medijos pramonė	18.2
	Naftos produktų gamyba	19
	Gumos ir plastiko gamyba	22
	Kitų mineralinių nemetalo produktų gamyba	23
	Metallų gamyba	24
	Apdirbtų metalo gaminių gamyba (išskyrus įrangą, mašinas, ginklai ir šaudmenys)	25; 25.4
	Laivų gamyba	30.1
	Mašinų ir įrangos remontas ir montavimas	33
Žemosios technologijos	Maisto produktų gamyba	10
	Gėrimų gamyba	11
	Tabako produktų gamyba	12
	Tekstilės gamyba	13
	Drabužių gamyba	14
	Odos ir su ja susijusių produktų gamyba	15
	Medienos, jos produktų ir kamštinės medžiagos gamyba, išskyrus baldinių, šiaudinių ir pintinių produktų gamyba	16
	Popieriaus ir jo produktų gamyba	17
	Spausdinimo ir medijos produkcija	18; 18.2
	Baldų gamyba	31
	Kita gamyba, išskyrus medicinos instrumentų ir reikmenų gamyba	32

Pagal tarptautinę patentų klasifikaciją (angl. *International Patent Classification, IPC*), kuri leidžia efektyviai klasifikuoti patentus pagal jų technologinį turinį, aukštųjų technologijų grupei priskiriami šie sektoriai: aviacija, komunikacinės technologijos, kompiuterinė technika, lazeriai, mikroorganizmų ir genų inžinerija bei puslaidininkiai. Ši klasifikacija plačiai taikoma inovacijų ir technologinio intensyvumo tyrimuose, kadangi leidžia identifikuoti aukštųjų technologijų sektorius ir vertinti valstybių technologinį pajėgumą, pagal patentų pasiskirstymą skirtingose IPC klasėse.

2.2. Aukštųjų technologijų pramonės šakų svarba Europos Sąjungos ekonomikai

Nors 2008 m. pasaulinė finansų krizė stipriai paveikė pasaulinį ekonomikos augimą, ne išimtis ir Europos Sąjunga ir jos aukštųjų technologijų pramonės bei eksporto nuosmukis. Tačiau ši pramonė kiek netikėtai, palyginus, greitai atsigavo, o ES kompetentingos institucijos ėmėsi strateginių priemonių, kurios buvo akivaizdžiai efektyvios. Pavyzdžiui, per laikotarpį nuo 2005 iki 2012 metų, ES aukštųjų ir technologijų gamybos apimtys indeksas išaugo 26 %. Pasibaigus krizei Europos Komisija prisidėjo savo strateginėmis politikos priemonėmis, skatinančiomis konkurencingumą ir ekonomikos augimą. Labiausiai dėmesys buvo telkiamas į investicijų į technologinį vystymą, tyrimų ir partnerystės tarp viešojo ir privataus sektoriaus svarbą. Viena pagrindinių tokių strategijų buvo

Lisabonos strategijos tęsinys – Europe 2020 (*angl. follow-up to the Lisbon Strategy*), o vienos iš septynių esančių iniciatyvų kryptis buvo inovacijos, moksliniai tyrimai ir pažangi technologijų plėtra.

Taip pat Europos Komisija 2010 m. savo komunikacijoje „*Regional Policy contributing to smart growth in Europe 2020*“ pabrėžė regioninio ES finansavimo ir investicijų svarbą siekiant augimo šiam sektoriuje. Vienas iš pagrindinių šios politikos elementų buvo identifikuojant regionų silpnąsias ir stipriąsias sritis efektyviai nukreipti išteklius ir skatinti didesnes privačias investicijas. Europos Vadovų Tarybos prašymu 2013 m. Europos Komisija paskelbė kitą aktualią komunikaciją pavadinimu „*Measuring innovation output: towards a new indicator*“. Čia minimas naujas rodiklis kuris gali įvertinti kiek inovacijų yra realizuojamos ir patenka į rinką, kurdamos reikšmingas darbo vietas ir didindamos Europos konkurencingumą. Tai padeda palyginti valstybių inovacijų politikos kryptis ir identifikuoti veikiančias ir mažiau veikiančias priemones.

Po COVID-19 pandemijos, Europos Komisija dar labiau pabrėžė technologinių tiekimo grandinių atsparumo ir autonomijos svarbą. Dokumente „*A New Industrial Strategy for Europe*“ (2020) buvo išskeltas tikslas mažinti bendrijos priklausomybę nuo trečiųjų šalių tiekimo, ypač Kinijos, o svarbiausia yra plėtoti tokius technologijų sektorius, kaip puslaidininkiai, robotika, fotonika, farmacija ir biotechnologijos. Atnaujintoje ES pramonės strategijoje 2021 m., taip pat yra išskiriama didelė aukštųjų technologijų svarba ir reikšmė bendrijos ekonomikai. Buvo įdiegtos tokios priemonės kaip „*Advanced Manufacturing Support Centre*“ ir „*European Network for Pilot Production Facilities and Innovation Hubs*“, kurios padeda privačiam sektoriui realizuoti inovacijas, testuoti prototipus ir integruotis į pažangią pramonės infrastruktūrą.

Kaip teigia Salikhova (2024), nuo 2009 iki 2023 m. aukštųjų technologijų pramonės šakų įmonių skaičius bendrijoje stabiliai augo, ypač tokiose šalyse kaip Vokietija ir Italija, tačiau svarbu paminėti, kad šių technologijų importas iš Kinijos, Taivano ir Vietnamo taip pat didėjo nuosekliai. Galima teigti, kad nors ir diegiant įvairias vidaus inovacijų ir mokslinių tyrimų politikos iniciatyvas, Europos Sąjunga vis dar išlieka priklausoma technologijų sektoriuje nuo daug tiekėjų už bendrijos ribų, todėl pasireiškia tas pats esminis iššūkis su kuriuo susiduriama – technologinis savarankiškumas.

Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonė struktūriškai išlieka stipriai priklausoma nuo trečiųjų šalių, ypač tokių produktų grupių, kaip puslaidininkiai. Ši priklausomybė daro tiekimo grandinę pažeidžiamą dėl geopolitinės įtampos, prekybos apribojimų ir kitų pasaulinių įvykių sukeltų sutrikimų. Nors *Joint Research Centre* (JRC) ataskaitoje teigiama, kad Europos bendrija turi stiprią poziciją puslaidininkių gamybos įrangos segmente (2023 m. Europos gamintojai sudarė apie 30 % viso pasaulinio *Wafer Fabrication Equipment* pardavimų), tačiau toje pačioje grandinėje ES susiduria su akivaizdžiu pažeidžiamumu puslaidininkių tiekimo grandinėje. Importas viršija eksportą apie 75 %, o apie 60 % visos ES puslaidininkių tiekimo apimtys yra importas iš ne ES šalių.

ES priklausomybė ir pažeidžiamumas labiausiai išryškėja tiekimo grandinės pradžioje ir pabaigoje, o viduriniai procesai, nors ir yra konkurencingi, tačiau taip negali išvengti nuolatinio importo iš strateginių partnerių. Pagal 2025 m. duomenis, didžiausia priklausomybė yra nuo tokių žaliavų, kaip galis, germanis ir fosforas bei galutinių produktų, kur virš 80% tiekimo yra iš trečiųjų šalių (*exposure index* > 0,8). Dominuojantys tiekėjai šiuose segmentuose yra Kinijoje, Taivane ir Pietų Korėjoje, o tai reiškia, kad ES pramonės stabilumui yra geopolitinė rizika.

Taip pat ataskaitoje yra išskiriama didelė automobilių sektoriaus reikšmė ES ekonomikai. Šis sektorius yra tiesiogiai susijęs su BVP ir darbo rinka. 2023 m. Europos automobilių gamybos sektorius suteikė daugiau nei 13 mln. darbo vietų, sudarė virš 7 % ES BVP ir įsigijo apie 37 % visų į senąjį žemyną tiekiamų puslaidininkių. Tai reiškia, kad bet koks tiekimo grandinės sutrikimas, gamybos įrangos ar nepakeičiamų komponentų importo blokados gali sukelti ne tik technologinę problemą gamintojams, bet ir realią ekonominę krizę Europos Sąjungoje.

Nyderlanduose įsikūrusi fotolitografijos įrangos gamintoja „ASML Holding“ (ASML) yra kritiškai svarbi beveik visai šiuolaikinės elektronikos pramonei. Mikroschemų gamintojams visame pasaulyje yra būtini ASML sukurti pažangiausi EUV („Extreme Ultraviolet“) technologiją naudojantys įrenginiai. Šios įmonės produktai yra eksportuojami į Taivaną, JAV, Kiniją, Pietų Korėją ir kitas šalis kur yra gaminami įvairūs puslaidininkiai. Nuo 2020 iki 2023 metų pasaulyje atsirado didelis mikroschemų trūkumas, kuris lėmė didelę paklausą ir paveikė daugiau kaip 169 pramonės šakas. Šiuo laikotarpiu susidarė ypač dideli kainų šuoliai ir gerokai prailgęs klientų laukimo laikas. Kiekvienais metais sparčiai augant pažangių mikroschemų paklausai, ASML įrenginių poreikis rinkoje didėja. Kadangi šios technologijos yra nepakeičiamos rinkoje, todėl įmonės eksportas nuosekliai auga ir svariai prisideda prie Europos aukštųjų technologijų pramonės eksporto rodiklių.

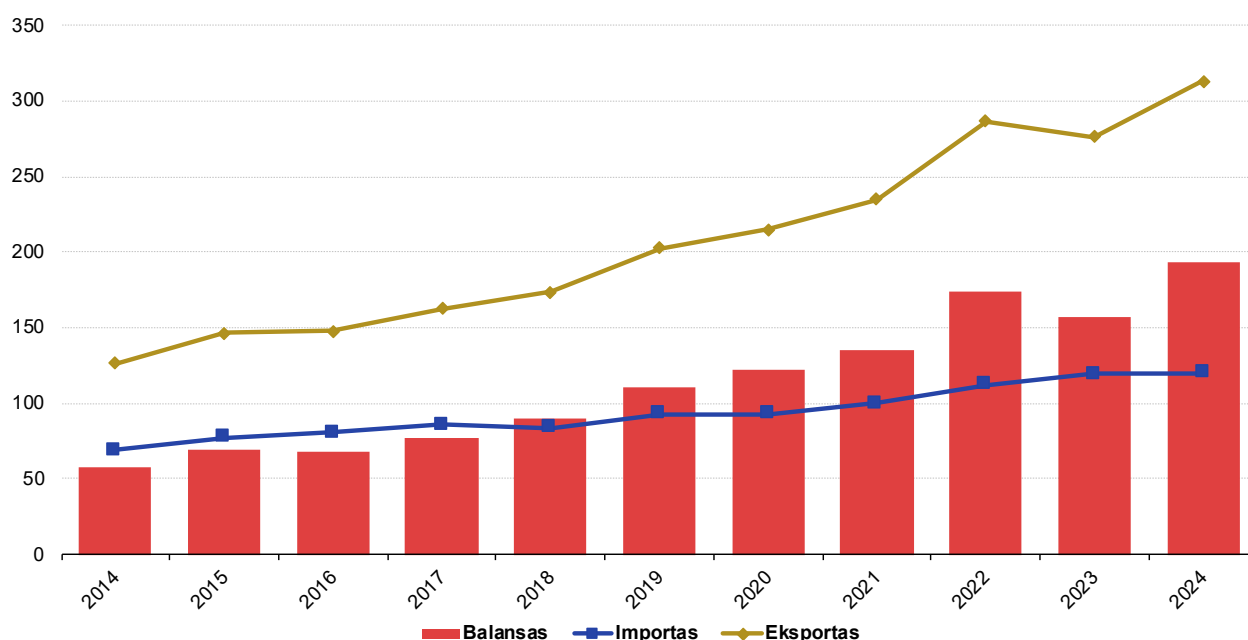
Lazerių technologijos yra viena iš aukštųjų technologijų pramonės šakų, o daugiausiai lazerių 2024 metais eksportuojanti šalis pasaulyje yra Vokietija, už daugiau nei 2,5 milijardo JAV dolerių. Ateities tendencijos rodo, kad technologiniai pasiekimai ir pramoninės lazerių panaudojimo sritys gali dar labiau skatinti augimą kitose Europos šalyse. Šiais laikais ypač aktualūs geopolitiniai pokyčiai gali paveikti prekybos susitarimus ir turėti įtakos tokioms šalims kaip Kinija pasaulinėje lazerių eksporto rinkoje, kuri yra viena iš lyderių. Prognozuojama, kad lazerių technologijų rinką pasaulyje augs nuo 20 milijardų JAV dolerių 2024 metais iki 30 milijardų JAV dolerių 2030 metais, o tai yra net 8 procentų metinis augimas. Auganti pasaulinė lazerių rinką gali reikšmingai sustiprinti Europos aukštųjų technologijų pramonės pasiekimus, nes didėjanti paklausa skatina inovacijas, gamybos plėtrą ir leidžia Europos Sąjungos įmonėms didinti savo dalį tarptautinėse rinkose.

MTEP intensyvumas yra turbūt reikšmingiausias įrankis skatinant aukštųjų technologijų pramonės šakų eksportą. Pasitelkiant „Eurostat“ duomenis, Europos Sąjungoje 2023 m. MTEP intensyvumas, apibrėžiamas kaip MTEP išlaidų dalis nuo BVP, išliko stabilus, palyginti su 2022 metais – 2,2 %. Tačiau penkiose Europos Sąjungos šalyse Rumunijoje, Maltoje, Kipre, Bulgarijoje ir Latvijoje nesiekė net 1 %. O nuo 2013 iki 2023 metų Europos Sąjungoje MTEP intensyvumas padidėjo tik 0,1 procentinio punkto. Remiantis Jurak (2021), dabartinės Europos politika didina MTEP finansavimo intensyvumą bendrijos ir valstybių mastu, siekiant strategiškai pakelti vidutinį ES MTEP išlaidų lygį iki 3 % BVP, o privačių MTEP išlaidų – iki 2 % BVP, kas gali reikšmingai padidinti eksportą ir konkurencingumą. Tačiau, straipsnyje taip pat pabrėžiama, kad mažas privataus sektoriaus MTEP finansavimas yra pagrindinė priežastis, kodėl Europa atsilieka nuo JAV ir Japonijos inovacijų produktyvumo požiūriu. Galima manyti, kad priežastys susiję paskatų, rizikos kapitalo ir pakankamos inovacijų grąžos trūkumais. Tai yra aiški problema, kurią Europai reikia spręsti ir skatinti pačių aukštųjų technologijų įmonių įsitraukimą ir investavimą į MTEP veiklas.

Farmacijos sektorius yra labai reikšmingas Europos Sąjungos ekonomikai. Remiantis Nordisk (2023) ataskaita apie farmacijos pramonės ekonominį poveikį Europoje nurodoma, kad farmacijos produktų gamyba ES sudaro 131 mlrd. eurų pridėtinės vertės (GVA) per metus, kas reiškia, kad šis gamybos sektorius yra vienas iš septynių labiausiai vertę kuriančių Europoje. Farmacijos pramonės eksportas

ženkliai viršija importą Europos sąjungoje ir tai yra didžiausias prekybos perteklių iš visų sektorių. ES eksportas 2024 m. farmacijos sektoriuje siekė ~313 mlrd. eurų, o prekybos perteklius – ~193 mlrd. eurų. Teigiama, kad farmacijos produktų eksporto pajamos padeda finansuoti sveikatos sistemas, kurti darbo vietas bei didinti susijusias investicijas ir mokslinius tyrimus. Verta paminėti, kad reikšminga dalis – 865 000 darbo vietų šioje pramonėje yra kuriama dėl vaistų gamybos bendrijos teritorijoje ir eksportuojant šią produkciją už Europos ribų. O 2023 m. farmacijos sektorius investavo 52,4 mlrd. eurų į MTEP Europoje. Šie duomenys atskleidžia tiesioginį šios pramonės šakos ekonominį indėlį Europos Sąjungai bei vertingą strateginį pranašumą aukštųjų technologijų srityje globalioje rinkoje.

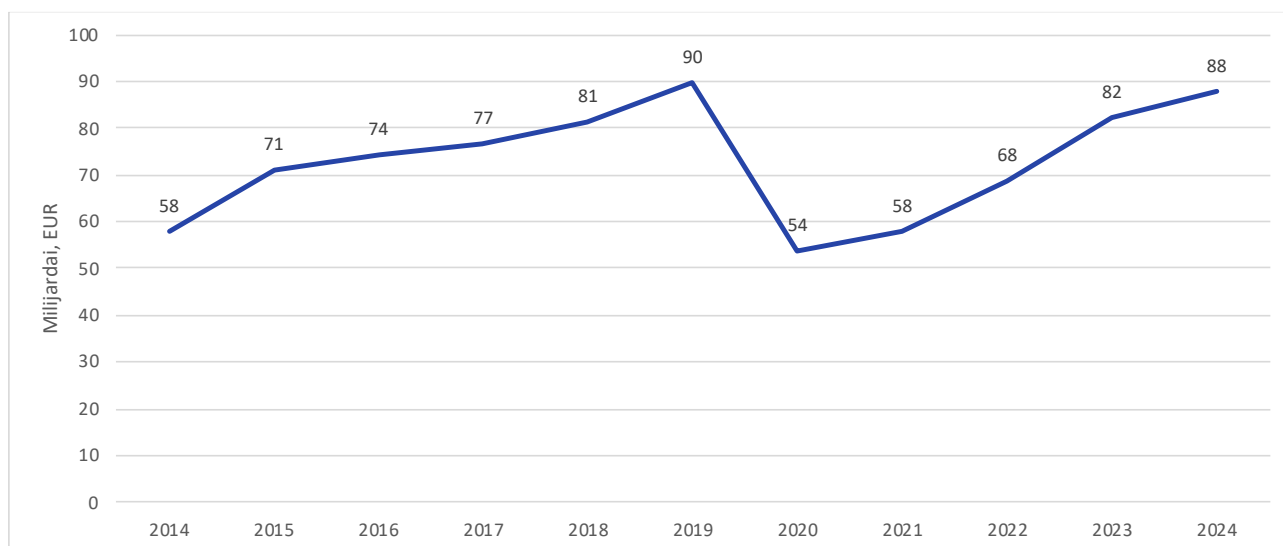
Nuo 2023 iki 2024 m. ES importas padidėjo 0,5 %, tačiau eksportas augo ženkliai, net 13,5 %, todėl prekybos perteklius išaugo nuo 157 mlrd. eurų iki 194 mlrd. eurų. Palyginti su 2023 m., vaistinių ir farmacinių produktų eksportas 2024 m. padidėjo 37 mlrd. eurų. Nuo 2014 m. ES eksportas augo kiekvienais metais, išskyrus 2023 m. Importas padidėjo 74 %, o eksportas 148 % (8 pav.).



8 pav. ES farmacijos sektoriaus tarptautinė prekyba 2014-2024 m. Šaltinis: Eurostat (2025)

Haaf (2021) ataskaitoje biotechnologijų sektorius Europos Sąjungoje išskiriamas kaip turintis taip pat labai reikšmingą poveikį ekonomikai, o šios pramonės eksportas tampa vis svarbesnis ES pozicijai pasaulinėse rinkose. Šio sektoriaus tiesioginė bendra pridėtinė vertė 2022 m. siekė 38,1 mlrd. eurų., o įgyvendinamas produktyvumas yra itin aukštas – apie 160 000 eurų tiesioginės bendros pridėtinės vertės vienam darbuotojui, tai beveik tris kartus daugiau nei ES pramonės vidurkis. Šios pramonės eksportas siekė apie 87,1 mlrd. eurų, o prekybos perteklius 51,7 mlrd. eurų. Tai atskleidžia, kad eksporto vertė beveik dvigubai viršija importą ir rodo šio sektoriaus konkurencingumą. Biotechnologijos skatina inovacijas, eksportą, technologinį savarankiškumą bei kuria aukštos pridėtinės vertės darbo vietas. Verta paminėti, kad biotechnologijos yra efektyviai integruojamos į kitus sektorius, tokius kaip sveikatos apsaugos ir maisto pramonės, kas mažina priklausomybę nuo išorinių tiekimo grandinių. Remiantis duomenimis, svarbu suvokti, kad ši pramonės šaka yra labai ypač svarbi strategiškai, kai globalios tiekimo grandinės yra laikomos nestabiliomis, o konkurencija yra pasiekus aukščiausią lygį.

Nuoseklų oro ir kosmoso pramonės šakų eksporto augimą Europos Sąjungoje stipriai paveikė ir sustabdė pandemija. Tačiau šiuo metu galime pastebėti reikšmingus atsigavimo požymius ir paskutinių metų rodikliai, kiekvienais metais augdami, beveik pasiekė iki pandeminių eksportą. 2024 m. šis sektorius buvo trečias Europos Sąjungos didžiausias aukštųjų technologijų pramonės šakų sektorius po elektronikos ir farmacijos pramonės su 88 milijardais eurų (2019 m. – 90 mlrd. eurų). Oro ir kosmoso pramonės sektorius 2024 m. sudarė apie 18 % viso aukštųjų technologijų eksporto už bendrijos ribų. 2023 m. duomenimis ES aviacijos ir kosmoso pramonės eksporto rinkoje dominuoja Prancūzija, išvystanti 69,74 % viso ES eksporto. Taip pat reikšmingą dalį užima Vokietija, Belgija, o Italija ir Danija pasižymėjo ypač sparčiausiu augimu, atitinkamai 32,89 % ir 94,31 % per metus.



9 pav. ES oro ir kosmoso pramonės eksporto rodikliai 2014-2024 m. Šaltinis: Eurostat (2025)

Tuo tarpu vertinant tik kosmoso pramonės eksporto rodiklius, jie nerodo tokio augimo ir palankių ekonomikai duomenų ir prognozių, kaip prieš dešimtmetį. Ši pramonės šaka Europos Sąjungoje išgyvena ryškų nuosmukį, „Eurostat“ duomenimis 2022 m. eksportas krito 36% lyginant su praėjusiais metais. Aukščiausi eksporto rodikliai buvo pasiekti 2012 m., tačiau vėliau sekė reikšmingi nuosmukiai su staigiais pakilimais 2017 ir 2019 metais, tai rodo net 59% eksporto sumažėjimą (2012-2022 m.). Sektorius ypač nukentėjo dėl COVID-19 pandemijos poveikio. Nors oro ir kosmoso aukštųjų technologijų pramonės šaka yra svarbi dėl technologinės raiškos, bet matant prastėjančius rodiklius kyla klausimų dėl gebėjimo reikšmingai prisidėti prie ES ekonomikos atėityje. Didėjantis poreikis modernių orlaivių bei kosminių technologijų dėl sparčiai augančių valstybių investicijų į gynybą, galėtų tapti pagrindiniu veiksnium, galinčiu atgaivinti šios Europos Sąjungos pramonės eksporto augimą.

Europos kosmoso agentūra (2024) savo ataskaitoje teigia, kad Europos kosmoso pramonė šiuo metu yra ties lūžio riba, augimo potencialas yra didelis, tačiau yra susiduriama su reikšmingais finansiniais ir komerciniais iššūkiais, kurie atsispindi ir skaičiuose. Kliūtys kurios stabdo augimą yra susiję su kapitalo, koordinacijos ir strateginio fokusavimo trūkumais. Ataskaitoje pabrėžiama didelė būtinybė stiprinti eksporto paramą ir efektyvinti finansavimo mechanizmus, kad sektorius realizuotų savo potencialą. Reikalingas strateginis požiūris stiprinant eksportui nukreiptų kreditų paramą, plėtoti partnerystes tarp privataus ir viešojo sektoriaus bei suderinti reguliavimo sistemas visoje Europoje.

Remiantis „The Economic Opportunity of AI in the EU“ (2024) ataskaita, dirbtinis intelektas turi didelę technologinę ir ekonominę reikšmę Europos Sąjungos ekonomikai. Teigiama, kad plačiai pritaikius generatyvųjį DI, per maždaug dešimtmetį bendrijos BVP galėtų išaugti 1,2–1,4 trilijono eurų, kas reikštų iki beveik 8 % papildomo BVP. Taip pat dirbtinis intelektas ženkliai prisidėtų prie produktyvumo, net iki 61 % darbo vietų dėl DI galėtų padidinti darbuotojų efektyvumą, kas yra vertinama 1,0–1,1 trilijono eurų vertei per metus. Įvertinus tai, kad Europos Sąjunga jau keletą dešimtmečių susiduria su lėtesniu darbo našumo augimu bei technologine pažanga lyginant su JAV, dirbtinis intelektas taptų viena iš reikšmingiausių priemonių šį atsilikimą sumažinti.

Jiaqi Liu ir kt. (2025) tyrime teigiama, kad dirbtinis intelektas turi teigiamą poveikį aukštųjų technologijų pramonės šakų įmonėms kokybės srityje. Tai svarbus veiksnys inovacijoms ir gamybos procesams, nes skatina įmones kurti kuo pažangesnes technologijas, gerinti produktų savybes ir optimizuoti veiklos efektyvumą. Pavyzdžiui, puslaidininkių gamybos įmonė gali naudoti DI defektų aptikimui gamybos metu, taip didinant produktų kokybę ir pasiekiant reikšmingą pranašumą eksporto rinkose. Galima teigti, kad DI skatina inovacijas aukštųjų technologijų pramonės šakose, o tai reikšmingai prisideda prie ES konkurencingumo, eksporto plėtros ir aukštos pridėtinės vertės darbo vietų kūrimo.

2.3. Aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto plėtrą skatinantys veiksniai

Aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto augimą lemia įvairių veiksnių derinys, kuris klasifikuojamas į endogeninius, reiškiančių vidinius bei egzogeninius, reiškiančių išorinius veiksnius. Endogeniniai veiksniai apima įmonių vidinius pajėgumus, struktūrą ir sprendimus. Pavyzdžiui, privačios investicijos į MTEP, investicijos į materialų ir nematerialų turtą, darbuotojų kvalifikacijos kėlimas įmonių išlaidomis arba dirbtinio intelekto integraciją į gamybos procesus. Tuo metu egzogeniniai veiksniai reiškia priklausomybę nuo išorinių aplinkybių, tokių kaip makroekonominės ir geopolitinės aplinkos tiek Europos Sąjungoje tiek pasaulyje, TUI srautų, valstybinių išlaidų į MTEP veiklą, švietimo sistemos rezultatai, infrastruktūros ir tarptautinių rinkų dinamikos. Šie egzogeniniai veiksniai formuoja aukštųjų technologijų pramonės šakų veikimo aplinką, kas lemia eksporto augimo greitį. Norint užtikrinti subalansuotą ir tvarų aukštųjų technologijų eksporto augimą, svarbu suderinti vidinius inovacijų resursus su makroekonominė ir politinė aplinka.

2.3.1. Endogeninių veiksnių įtaka aukštųjų technologijų pramonės šakų plėtrai

Veiksniai, kurie tiesiogiai priklauso nuo įmonės strateginių sprendimų, yra vadinami endogeniniais veiksniais. Šių veiksnių stiprinimas tiesiogiai priklauso kaip įmonė valdo savo išteklius ir taip konkuruoja eksporto rinkose, o tai reikšmingai prisideda prie ES aukštųjų technologijų sektoriaus konkurencingumo globaliu mastu. Mokslininkai savo tyrimuose analizuoja endogeninius veiksnius, darančius teigiamą poveikį aukštųjų technologijų pramonės šakų eksportui.

Habenko (2023) savo straipsnyje nustatė, kad didžiausią įtaką aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto augimui turi mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros išlaidos bei mokslinių tyrimų srityje dirbančio personalo skaičius. Tyrime atlikus regresinę analizę atskleista, kad 1% padidėjus mokslinių tyrimų srityje dirbančių asmenų skaičiui verslo sektoriuje, aukštųjų technologijų eksportas vidutiniškai padidėja 0,73 %.

Sahoo ir kt. (2025) tyrimas antrina, kad svarbiausi įmonės lygmens endogeniniai veiksniai yra susiję su investicijomis į MTEP bei prideda darbuotojų kvalifikacijos kėlimo reikšmę aukštųjų technologijų

pramonės šakų eksportui. Tyrimas parodė, kad vienosė įmonėse, eksporto potencialo stiprinimui pasitelkiamas MTEP, o kitur darbuotojų mokymai. Tai rodo, kad sėkmė aukštųjų technologijų sektoriuje priklauso nuo įmonės strategijos investuojant į vidinius išteklius ir žinias, o ne vien dalyvaujant žemų sąnaudų gamybos grandinėse.

Dėl MTEP darbuotojų skaičiaus teigiamos įtakos aukštųjų technologijų pramonės šakų įmonių eksportui, kalba ir D'Angelo (2010), pabrėžiant žmogiškojo kapitalo svarbą inovacijų procese. Taip pat išskiriama, kad bendradarbiavimas su išoriniais inovaciniais ištekliais, tokiais, kaip universitetai, skatina žinių ir technologijų mainus, o tai stiprina eksporto pajėgumus. Tyrimas rodo, kad įmonės turi strategiškai derinti vidinius ir išorinius inovacinius išteklius.

Remiantis Sledziowska ir kt. (2017) rezultatais, kurie parodė, kad aukštųjų technologijų eksporto rodiklius lemia: rinkos dydis ir prekybos partnerių paklausa, technologijų ir fizinių išteklių pranašumas, fizinis kapitalas, bei technologinių spragų (angl. *technology gap*) mažinimas. Taip pat tyrime pabrėžiama, kad tokie ištekliai, kaip MTEP išlaidos ir technologinė infrastruktūra veikia aukštųjų technologijų eksporto plėtrą.

Pagal „Vision Research Reports“ (2023) ataskaitą, aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto plėtra priklauso nuo kelių su logistika ir tiekimo grandinėmis susijusių veiksnių. Išaugusi paklausa aukštos pridėtinės vertės technologiniams produktams, tokiems kaip puslaidininkiai ar elektronikos įrenginiai, skatina poreikį specializuotoms logistikos paslaugoms. Tuo metu automatizacijos ir net dirbtinio intelekto taikymas leidžia efektyviau valdyti riziką tiekimo grandinėse. Taip pat teigiama, kad eksporto augimą lemia tiekimo grandinių infrastruktūros plėtra ir globalizacija. Šie veiksniai apibrėžia modernios ir skaitmenizuotos logistikos infrastruktūros svarbą aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto augimui.

Kalbant apie verslus, tai paradigma, pagal kurią įmonės sistemingai naudoja ne tik vidinį, bet ir išorinį technologinių žinių srautą, siekiant pagreitinti inovacijų procesus ir praplėsti rinkas yra vadinama – atvirųjų inovacijų strategija. Šis modelis yra įprastas daugumai aukštųjų technologijų pramonės šakų įmonėms, nes šiuo metu technologijos keičiasi greitai, o informacijos prieinamumas yra didelis, todėl uždarų inovacijų modelis tapo neefektyvus. Minkyu Song (2024) tyrime empiriškai išanalizavo aukštųjų technologijų sektoriaus įmonių atvirųjų inovacijų strategijas. Šiame sektoriuje ypač būdinga rinkos dinamika ir intensyvus technologinis tempas. Įmonės jau daugiau nei dešimtmetį sistemingai taikydamos atvirosios inovacijos principus siekdamos išlaikyti technologinį pranašumą. Tyrime buvo identifikuoti pagrindiniai šio sektoriaus sėkmės veiksniai: aukščiausios vadovybės lyderystė ir įsipareigojimas inovacijoms, organizacinė komunikacija tarp vadovų ir darbuotojų, kad visi suprastų inovacijų kryptį, technologinis budrumas ir absorbcijos pajėgumas, pakankamų išteklių užtikrinimas bei sisteminis ilgalaikės inovacijų kultūros palaikymas. Šie veiksniai atskleidžia, kokias sąlygas būtina įgyvendinti, kad atvirųjų inovacijų strategija būtų efektyviai įgyvendinta ir taip pasiekiami aukšti produktų realizavimo ir eksporto rezultatai aukštųjų technologijų pramonės šakų sektoriuje.

Bagna ir kt. (2021) tyrimo rezultatai atskleidžia, kad įmonių augimą lemia, kaip jos kuria, valdo ir atnauja savo nematerialųjį turtą, ypač patentus. Investuojant ir diversifikuojant pajamas įmonės didina strateginį ateities lankstumą, tai svarbu nuolat besikeičiančiam aukštųjų technologijų sektoriuje. Nustatyta, kad konkrečiam taikymui skirtos investicijos yra efektyvios, kai nematerialus turtas sudaro pagrindinę įmonės vertės dalį. Tačiau nematerialiojo turto senėjimas ilgainiui gali

prislopinti veiklos rezultatus, todėl būtina vadovams kasmet koreguoti ir atnaujinti investicijas pagal turimus tikslus – augimą ar pelningumą.

2025 metais aukštųjų technologijų pramonėje išskiriamos kelios reikšmingos tendencijos. Siekiant sumažinti priklausomybę nuo kitų šalių ir išvengti tiekimo grandinės sutrikimų, gamintojai siekia perkelti gamybos veiklą arčiau savęs (*angl. reshoring*). Be to, technologijų įmonės planuoja didinti investicijas į IT modernizavimą, nes procesų greitis ir lankstumas tampa vis svarbesni efektyviam veiklos valdymui. Dirbtinio intelekto diegimas leidžia apdoroti didžiulius duomenų kiekius ir suteikia darbuotojams daugiau laiko problemoms spręsti, o nauji verslo modeliai padeda diversifikuoti pajamas bei atrasti papildomas augimo galimybes. Taip pat įvairūs gamintojai pradeda naudoti DI autonominiam projektavimo ir gamybos procesui. Lo ir Lee (2024) tyrimas parodė, kad tiek skaitmenizacijos, tiek dirbtinio intelekto (DI) intensyvumas prisideda prie bendro eksporto augimo. Empiriniai rezultatai rodo, kad kiekvienam 1% DI intensyvumo padidėjimui, šalies eksportas padidėja nuo 1,01-1,30 %.

2.3.2. Egzogeninių veiksnių poveikis aukštųjų technologijų pramonės šakų augimui

Egzogeniniai veiksniai apibrėžia išorinius ekonominės aplinkos elementus, kurių valstybės arba įmonės negali tiesiogiai kontroliuoti, priklausomai koku mastu analizuojama. Šiems veiksniams priskiriami tokie makroekonominiai veiksniai, kaip pasaulinės paklausos pokyčiai, tarptautinės prekybos susitarimai, geopolitiniai įvykiai, įvairios technologinės tendencijos, valiutų kursų svyravimai, viešoji politika. Šie veiksniai lemia bendrąsias aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto plėtros galimybes tarptautinėje rinkoje.

Aukštųjų technologijų sektorius yra pagrįstas pažangiomis mokslinėmis ir technologinėmis žiniomis bei įgūdžiais, o tam būtinos yra MTEP išlaidos. Tai priešingai nei endogeniniu atžvilgiu, tyrimai, kuriuos atlieka universitetai, mokslinių tyrimų centrai, institucijos, kas yra finansuojama iš valstybės lėšų. Europos Sąjungos šalys, kurios skatina didesnes investicijas į mokslinius tyrimus ir plėtrą bei naujų patentų kūrimą, pasiekia reikšmingą aukštųjų technologijų eksporto augimą. Tai yra ypatingai svarbu, nes aukštųjų technologijų eksportas turi teigiamą poveikį šalies BVP augimui.

Sisatzky (2024) apžvalginiam straipsnyje analizuoja Nyderlandų ir Singapūro aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto augimo veiksniai. Atskleidžiama, kad šiose šalyse gausu eksporto skatinimo programų ir didelis dėmesys investicijoms į MTEP. Taip pat pabrėžiama strateginės infrastruktūros, tokios kaip oro ir laivybos uostai bei geografinės padėties svarba. Šie veiksniai sukuria palankią aplinką šalims konkuruoti globalioje rinkoje.

Pasak Sandua ir Ciocanel (2014) pastebima teigiama koreliacija tarp bendrųjų MTEP išlaidų ir aukštųjų technologijų eksporto lygio. O tvarų ekonominį augimą iš esmės lemia eksportas, ypač aukštųjų technologijų pramonės šakų sektoriuje. Nustatytas priežastinis ryšys ES mastu tarp MTEP išlaidų, užimtumo aukštųjų technologijų sektoriuje, tarptautinių prekybos aljansų ir aukštųjų technologijų įmonių eksporto. Tačiau, verta paminėti, kad lyginant duomenis tarp ES valstybių narių nustatyta, kad privačių MTEP išlaidų poveikis yra didesnis nei viešųjų.

Tyrime Zapata ir kt. (2024) nustatė, kad aukštųjų technologijų eksporto plėtrą OECD šalyse lemia tokie reikšmingi veiksniai kaip kapitalo investicijos, žemės plotas vienam gyventojui, universitetų absolventų skaičius, MTEP išlaidos nuo BVP, tiesioginės užsienio investicijos, aukštųjų technologijų importas, reguliavimo kokybė, šalies gyventojų skaičius bei narystė ES. Pabrėžiama kad šių veiksnių

stiprinimas yra būtinas aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto lygio didinimui ir siekiant ilgalaikio ekonomikos augimo.

Srholec (2007) tyrime analizuojant MTEP išlaidų ryšį su aukštųjų technologijų eksportu, ypač elektronikos sektoriuje, teigiama, kad besivystančių šalių aukštųjų technologijų eksportas dažnai remiasi tiesioginėmis užsienio investicijomis ir integracija į tarptautines gamybos grandines, o ne vietiniu šalies inovacijų potencialu. Taip pat pabrėžiama, kad nors ir užsienio investicijos yra reikšmingos, tačiau apriboja valstybių gebėjimą savarankiškai vykdyti technologijų vystymą. Analizuojant įvairaus išsivystymo šalis nustatyta, kad siekiant neatsilikti nuo technologijų lyderių yra būtina palanki valstybės politika skatinanti aukštos pridėtinės vertės technologijų gamybą ir efektyvių vietinių mokslo bei tyrimų priemonių įgyvendinimas. Tai užtikrintų tvarias eksporto pajamas. Vien dalyvavimas aukštųjų technologijų prekybos grandinėje iš esmės nereiškia plėtros, nors ir tai prisideda prie vietinės ekonomikos augimo, tačiau ilgalaikę ir stabilią pažangą užtikrina tik stipri vietinė inovacijų ekosistema.

Braja (2020) tyrime išskiria pagrindinius aukštųjų technologijų pramonės eksporto plėtrą lemiančius veiksnius. Išskiriami tokie veiksniai kaip darbuotojų kvalifikacija, MTEP investicijos ir technologijų diegimo pajėgumas. Tačiau, taip pat kalbama apie geografinius veiksnius, kurie susiję su infrastruktūra ir orientavimasi į sparčiai augančias rinkas eksportui, kur paklausa turi didelį potencialą aukštųjų technologijų srityse. Galiausiai autorius išskiria institucinio reguliavimo aplinkos ir politikos reikšmę aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto augimui.

Technologijų sklaidos plitimo ir įsisavinimo tarp regionų veiksmingumą lemia įmonės, daugiausiai eksportuojančios šiuos pasiekimus. Šis procesas yra būtinas norint integruoti naujas technologijas į ekonomiką ir vyksta daugiausia per įmones, kurios diegia ir platina inovacijas tiek bendrijos viduje, tiek pasauliniu mastu. Tačiau iki šiol gana mažai dėmesio buvo skirta sąlygoms ir veiksniams, būtiniams naujų technologijų diegimui ir sklaidai už bendrijos ribų. Nepaisant technologijų sklaidos veiksnių ir kliūčių tarp bendrijos narių, ekonominė politika gali tapti neveiksminga, o Europos Sąjungos kontekste tai gali nulemti struktūrinį atskirų Europos valstybių pasipiktinimą, kai ekonominė ir technologinė pažanga vis greičiau vyksta už Europos ribų. Todėl itin svarbu identifikuoti politikos sąlygas, palankias technologijų sklaidai. Kinijos ir JAV pavyzdžiai rodo, kad Europos Sąjunga, siekdama išlaikyti lyderystę pasaulinėje technologijų rinkoje, turi stiprinti technologinę sklaidą, nes ji būtina konkurenciniam pranašumui ir ekonomikos augimui užtikrinti

Autorius Bauer (2024) savo straipsnyje antrina, kad šių technologijų eksporto veikla atspindi technologinių žinių judėjimą tarp Europos Sąjungos šalių sienų, pabrėžiant technologinio išsivystymo ir pažangių sprendimų diegimo lygį pasaulinėje rinkoje. Didelis aukštųjų technologijų pramonės šakų produktų ir paslaugų eksportas rodo efektyvią technologijų kūrimo ir diegimo aplinką bei ekosistemą. Autorius kalba apie technologijų difuzijos svarbą Europos ekonomikai, kurios rezultatas yra palankūs aukštųjų technologijų eksporto rodikliai. Tai yra žinių, įgūdžių, įmonių pajėgumo, viešojo sektoriaus organizacijų, kvalifikuotų darbuotojų sklaida regione, integruojant inovacijas į egzistuojančią praktiką. ES dėmesys eksportui ir investicijų pritraukimui prisideda prie šių technologijų sklaidos, nes tai padeda diegti naujausias technologijas, pritraukia užsienio kapitalą ir skatina bendradarbiavimą ir žinių perdavimą su globaliomis įmonėmis. Šalys, pirmaujančios šioje srityje, paprastai pasižymi stipria mokslinių tyrimų baze ir išvystyta inovacijų vystymo bei tiekimo infrastruktūra. Tai geras pavyzdys kitoms regiono valstybėms, kad vietinė aplinka yra palanki, todėl

yra skatinamas technologijų kūrimas įmonėse ir didinamas valstybės ir bendrijos konkurencingumas pasaulyje.

Remiantis Epicoco (2021) tyrimu, autorius išskiria geopolitinius ir istorinius įvykius, kaip egzogeninius aukštųjų technologijų eksportą lemiančius veiksnius. Tai gali būti įvairios finansų ar išteklių krizės, kariniai konfliktai ir įvykiai, importo blokados ar kiti su tarptautiniais santykiais susiję aspektai kurie daro įtaką aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto vystymuisi. Straipsnyje pabrėžiami ir valstybių institucijų reguliaciniai veiksniai, kurie reikšmingai prisideda prie palankios technologijų eksporto aplinkos. Teigiama, kad aukštųjų technologijų eksportas sėkmingai klesti, kai valstybės vidiniai inovacijų veiksniai dera su palankia tarptautine aplinka.

Žmogiškasis kapitalas yra svarbi ekosistemos dalis, darantis įtaką nustatytam teigiamam ryšiui tarp aukštųjų technologijų eksporto ir tvarumo. Aukštesnės kvalifikacijos darbuotojai sugeba lengviau įsisavinti naujus technologinius sprendimus ir taip prisidėti prie mokslinių tyrimų bei eksporto efektyvumo didinimo. Technologijos šiais laikais atlieka svarbų vaidmenį žmonių gyvenime, todėl techninių įgūdžių tobulinimas didina MTEP veiklos efektyvumą ir gerina valstybių žmogiškąjį kapitalą. Taip pat labiau kvalifikuoti darbuotojai labiau linkę naudoti energiją tausojančius produktus ir būti suinteresuoti mažinti anglies dioksido išskyrimą į aplinką. Būtina pabrėžti žmogiškojo kapitalo svarbą, valstybės turėtų skatinti ugdymą pasitelkiant žalias strategijas.

Remiantis Zapata ir kt. (2024) pasiūlyto modelio ekonometrine analize yra nustatytas ryšys tarp endogeninių kintamųjų aukštųjų technologijų gamybos eksporto OECD šalyse ir aukštųjų technologijų eksporto kaip dalies nuo bendro užimtumo bei kelių egzogeninių kintamųjų: žemės plotas vienam gyventojui, bendrojo pagrindinio kapitalo formavimas, universitetų absolventų dalis vienam gyventojui, MTEP išlaidos BVP atžvilgiu, tiesioginės užsienio investicijos BVP atžvilgiu, aukštųjų technologijų gaminių importas BVP atžvilgiu, institucinio reguliavimo kokybė, gyventojų skaičius ir narystė Europos Sąjungoje. Reikšmingiausi empirinės analizės rezultatai parodė, kad fizinio ir žmogiškojo kapitalo, inovacijų, tiesioginių užsienio investicijų, aukštųjų technologijų importo, šalies dydžio pagal gyventojų skaičių bei ES narystės kintamieji turi ryškų teigiamą poveikį aukštųjų technologijų pramonės šakų gaminių eksportui.

Drapkin ir kt. (2021) tyrė aukštųjų technologijų pramonės eksporto augimą lemiančius veiksnius Vidurio ir Rytų Europos valstybėse ir išskyrė pagrindinius kelis. Pirmas teigiamą poveikį darančių veiksnių yra aukštos išteklių kainos, ypač darbo užmokesčio ir degalų kainų lygis. Tai skatina efektyvumo ir inovacijų paieškas bei didina gamybos produktyvumą šiame sektoriuje. Kitas reikšmingą poveikį turintis veiksnys yra ekonomikos atvirumas užsienio prekybai, nes didėjantys tarptautiniai ryšiai skatina aukštos pridėtinės vertės prekių eksportą. Trečias būtų žmogiškojo kapitalo kokybė, kas yra vienas svarbiausių eksporto plėtros veiksnių, nes geresnis darbuotojų išsilavinimas ir jų technologiniai įgūdžiai tiesiogiai prisideda prie šio sektoriaus konkurencingumo. O tokie veiksniai kaip aukštas nedarbo lygis ir didėjanti mokesstinė našta turi stabdomąjį efektą ir neigiamai prisideda prie aukštųjų technologijų eksporto augimo.

Mulliği (2021) nagrinėjo, kokią poveikį turi išsilavinimas, tarptautiniam konkurencingumui 27 Europos valstybėse, pagrindinį dėmesį skiriant aukštųjų technologijų eksportui. Tyrimo rezultatai parodė, kad aukštasis išsilavinimas yra vienas svarbiausių eksporto plėtros veiksnių, ypatingai tarp ekonomiškai labiau išsivysčiusių. Taip pastebėta, kad didesnis aukštąjį išsilavinimą turinčių gyventojų skaičius bei ilgesnės mokymosi programos reikšmingai prisideda prie intensyvaus aukštųjų

technologijų eksporto rodiklių. Tuo tarpu Rytų ir Rytų ir Vidurio Europos valstybės šio teigiamo ryšio neparodė, kas rodo įgūdžių neatitikimu rinkos poreikiams ir mažesniu aukštųjų technologijų sektoriaus išsivystymu. Autorius akcentuoja poreikį skatinti aukštąjį išsilavinimą technologiniuose sektoriuose, didinti investicijas į susijusias studijų programas ir pritraukti aukštos kvalifikacijos specialistus neemigruoti iš šalies gerinant verslo aplinką.

Özsoy (2022) nustatė, kad skaitmenizacija, informacinių ir ryšių technologijų (IRT) plėtra bei užsienio investicijos turi teigiama ryšį su aukštųjų technologijų eksporto augimu, ypač besivystančiose šalyse. Rezultatai parodė, kad skaitmenizacijos lygis turi statistiškai reikšmingą poveikį aukštųjų technologijų eksportui, tai aiškinama greitesniu naujų žinių įsisavinimu diegiant inovacijas dėl sparčios skaitmeninės pažangos. Nors ir išsivysčiusiose šalyse šis poveikis silpnesnis, tačiau jos sukuria stiprų impulsą besivystančioms ekonomikoms savo korporacijų ir tiesioginėmis užsienio investicijomis, kurios sukuria technologijų nutekėjimo efektą (angl. *technology spillover*). Šis procesas dalinai priklauso nuo valstybės politinių ir ekonominių sąlygų stabilumo, kadangi infliacija, rizikos susijusios su politika ir lėtas augimas mažina užsienio investuotojų norą dalintis technologijomis.

Hou ir kt. (2024) nagrinėja aukštųjų technologijų plėtros geografines zonas Kinijoje ir kokie veiksniai lemia plėtrą šiuose centruose. Didelis įmonių tankis skatina technologinių žinių sklaidą, bendradarbiavimą, norą išsiskirti ir inovacijų kūrimą, tačiau gali atsirasti perteklinė konkurencija, kai dėl per didelės koncentracijos rinka yra pripildyta, kas stabdo naujų įmonių kūrimąsi. Rezultatai rodo, kad besivystančios aukštųjų technologijų plėtros geografinės zonos yra labiau priklausomos nuo įmonių tankio siekiant išteklių, todėl būtina vystyti infrastruktūrą ir sąžiningą konkurenciją. Įvertinus labiau išsivysčiusias zonas galima teigti, kad jos yra daugiau priklausomos nuo mokesčių lengvatų ir valstybės paskatų. Autorius rekomenduoja institucijoms skatinti aukštos kvalifikacijos talentų pritraukimą, technologijų sklaidą, gerinti inovacijų ekosistemas bei reguliuoti įmonių koncentraciją, kad būtų išvengta žalingos konkurencijos.

Yang ir kt. (2024) atliktame tyrime nustatė, kad Kinijos aplinkosaugos reguliavimo intensyvumas daro reikšmingą poveikį aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto technologinei raidai. Pagrindiniai veiklos mechanizmai, kurie yra paveikiami, tai tiesioginės užsienio investicijos, žmogiškasis kapitalas ir investicijos į inovacijų plėtrą. Tyrime pabrėžiama būtinybė diferencijuoti aplinkosaugos reguliavimo politiką, atsižvelgiant į specifiką regionuose ir užtikrinti atvirumą tarptautiniam bendradarbiavimui. Taip būtų sukuriama palankios sąlygos aukštųjų technologijų pramonės eksporto rodiklių gerinimui ir darnaus ekonomikos augimui.

Tam pritaria Shang ir kt. (2024) atskleiddami sudėtingą ir daugialypį ryšį tarp tvarios energijos, aukštųjų technologijų eksporto ir Kinijos anglies dvideginio išskyrimo mažinimo. Siekiant kad ekonominė plėtra ir aplinkosauginė atsakomybė derėtų optimaliu požiūriu, Kinija turėtų skatinti žaliosios energijos ir aukštųjų technologijų eksporto investicijas, tačiau tuo pat metu griežti aplinkosaugos reikalavimai turi būti neatsiejami. Vieni iš tokių reikalavimų turėtų būti išskiriamo anglies dvideginio mokesčiai ir emisijų kvotos. Skatinamas aplinkos išsaugojimas ir perėjimas prie žaliosios ekonomikos priklauso nuo politikos, kuri turi rasti balansą ir sukurti darnų ekonomikos augimą.

Khan ir Hassan (2024) atskleidžia, kad aukštųjų technologijų eksportas yra vienas svarbiausių veiksnių lemiantis darnų aplinkos apsaugos lygį besivystančiose valstybėse. Institucijos turėtų

prisidėti prie ekologinio tvarumo skatindamos aukštųjų technologijų pramonės įmonių perėjimą prie žaliosios energijos. Taip pat kova su korupcija, skaidrumo užtikrinimas galėtų padėti įgyvendinti aplinkosauginius reikalavimus aukštųjų technologijų pramonėje.

Remiantis mokslinė literatūra, galime teigti, kad tarp aukštųjų technologijų eksporto ir jį lemiančių veiksnių egzistuoja abipusis ryšys. Pavyzdžiui eksportas ne tik remiasi inovacijomis, bet ir pats yra jų katalizatorius. Tyrimuose yra pateikiama reikšminga sąsaja tarp aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto ir inovacijų rodiklių, o tai reiškia dviejų krypčių poveikį, kai inovacijos skatina eksporto augimą, o eksporto augimas skatina investicijas į inovacijas. Nors kai kurie autoriai analizuoja šiuos ryšius iš priešingos perspektyvos, pavyzdžiui eksportas yra investicijas lemiantis veiksnys, tačiau teorinė analizė leidžia teigti, kad yra artimas abipusis ryšys.

Kothari (2024) analizuodamas ryšį tarp aukštųjų technologijų eksporto ir užsienio tiesioginių investicijų, nustatė nuoseklią teigiamą koreliaciją. Geri aukštųjų technologijų eksporto rodikliai indikuoja užsienio investuotojams apie šalių pajėgumus ir potencialą inovacijų srityje, todėl pritraukia papildomų investicijų. Autoriaus išvados leidžia daryti prielaidą apie galimą dvikryptį ryšį, kad tiesioginės užsienio investicijos skatina šių technologijų eksporto rodiklius. Toks efektas labiausiai pasireiškia tose valstybėse, kuriose egzistuoja palanki šių technologijų verslo aplinka ir ekosistema bei institucinis stabilumas. Geri aukštųjų technologijų eksporto rodikliai negarantuoja užsienio investicijų, tam reikalinga sisteminė inovacijų politika ir ekonominis valdymas. Taip pat, autorius daro išvadą, kad aukštųjų technologijų eksportas yra ekonominės raidos katalizatorius ir skatina inovacijų augimą bei tarptautinį konkurencingumą, tačiau tuo pat metu gali sukelti socialinių iššūkių susijusių su darbo rinkos transformacija ir atsirandančia nelygybe. Kennethas Rogoffas yra pasakęs: „Iki šiol nesiliaujantis technologijų ir globalizacijos žygis buvo labai naudingas aukštos kvalifikacijos darbuotojams, ir visame pasaulyje sukūrė rekordišką pajamų ir turto nelygybę“. Siekiant gauti naudos iš aukštųjų technologijų eksporto yra svarbu ne tik skatinti inovacijas, bet ir investuoti ir telkti dėmesį į darbo jėgos kvalifikacijos didinimą ir vystyti technologijų diegimo infrastruktūrą. Todėl ilgalaikiam ekonominiam augimui neužtenka vien aklai skatinti aukštųjų technologijų eksportą, yra kitų būtinų sąlygų teigiamam pasiekti teigiamą poveikį, o integracija į plačią inovacijų ekosistemą, kuri apima ir švietimą, yra vienas svarbiausių veiksnių. Būtent Europos Sąjungos kontekste tokios išvalgos yra aktualios, nes regionas siekia globalaus konkurencingumo, kuris neatsiejamas nuo technologinės pažangos.

2 lentelė. Aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto augimą lemiantys veiksniai

Endogeniniai veiksniai	Egzogeniniai veiksniai
Privačios MTEP išlaidos	Valstybinės MTEP išlaidos
Žmogiškasis kapitalas	Darbo jėgos kvalifikacija
Technologinė infrastruktūra	Ekonomikos išsivystymo lygis
Inovacijų strategija ir kultūra	Tiesioginės užsienio investicijos
Investicijos į materialų turtą	Valstybės politika
Investicijos į nematerialų turtą	Prekybos partnerių paklausa
	Infrastruktūra
	Kariniai konfliktai

Tarp išskirtų pagrindinių endogeninių veiksnių yra privačios MTEP išlaidos, kurių Europos Sąjungos šalys statistiškai stokoja, tačiau tai bene reikšmingiausias sektoriaus eksportą skatinantis įrankis. Žmogiškasis kapitalas, tai mechanizmas be kurio aukštųjų technologijų pramonė negalėtų funkcionuoti, o darbuotojų kvalifikacijos kėlimas turi būti intensyvus nuolat besikeičiančiam technologijų pasaulyje. Labai svarbu užtikrinti ir tinkamą bei modernią technologijų infrastruktūrą, plėtoti atvirų inovacijų strategiją ir kultūrą įmonių viduje. Taip pat, investicijos į tokį materialų turtą, kaip skaitmenizavimą, IT modernizavimą ir dirbtinį intelektą gali stipriai prisidėti prie šios pramonės veiklos produktyvumo. Investicijos į nematerialų turtą, pavyzdžiui patentus arba žinias stiprina eksporto potencialą per konkurencinį pranašumą, apsaugo nuo kopijavimo, užtikrina didesnes kainas ir suteikia tvirtą pagrindą pasaulio rinkose.

Tuo metu egzogeniniai veiksniai apima šiek tiek platesnį ekonominės aplinkos kontekstą. Tai valstybinės MTEP išlaidos, švietimas ir darbo jėgos kvalifikacijos kėlimas, ekonomikos išsivystymo lygis, tiesioginės užsienio investicijos, valstybinė politika, prekybos partnerių pritraukimas, infrastruktūra, geopolitiniai ir kariniai konfliktai. Šie veiksniai atspindi kaip valstybės geba reaguoti į nuolat besikeičiantį technologijų pasaulį bei makroekonominius įvykius kuriant palankia ekosistemą aukštųjų technologijų pramonei ir eksportui.

Apibendrinus, galime teigti, kad aukštųjų technologijų eksportą lemia, ne atskiri veiksniai, o vidinių ir išorinių veiksnių derinys. Kaip pavyzdžiui palanki valstybės inovacijų politika ir įvairios finansinės paskatos skatina įmonių privačias MTEP investicijas. Arba globali tam tikrų technologijų paklausa lemia įmonės strateginius sprendimus nukreiptus į inovacijas.

2.4. Aukštųjų technologijų plėtros efektai ir iššūkiai

Aukštųjų technologijų pramonės augimas turi reikšmingą teigiamą poveikį nacionalinėms ir pasaulio ekonomikoms, tačiau tai sukuria ir problemas bei iššūkius, kuriuos šalių institucijos turi spręsti artimoje ateityje.

2.4.1. Aukštųjų technologijų pramonės poveikis pasaulio ekonomikoms

Literatūroje dažnai pabrėžiamas aukštųjų technologijų teigiamas ryšys šalių bendram vidaus produktui. Ekananda ir Parlinggoman (2017) analizavo 50 šalių tiesioginių užsienio investicijų ir aukštųjų technologijų eksporto poveikį BVP augimui. Nustatė, kad aukštųjų technologijų eksportas teigiamai veikia BVP per produktyvumą, taip pat kaip ir užsienio bei vidaus investicijos veikia ekonominį augimą. Paaiškėjo, kad skirstant šalis pagal aukštųjų technologijų eksporto dalį, augantis aukštųjų technologijų pramonės eksportas kiekvienais metais reikšmingai didina bendrą produkciją tiek valstybėse su dideliu, tiek su mažu šių prekių eksportu. Taip pat aukštųjų technologijų eksporto augimas yra siejamas ir su išteklių importu iš kitų šalių. Aukštųjų technologijų pramonės šakoms ypatingai svarbi prieiga ir palanki infrastruktūra žaliavoms. Technologiškai intensyvios įmonės remiasi globaliomis tiekimo grandinėmis, kurios leidžia įsigyti pažangias žaliavas ir žinias, kad galėtų kurti ir gaminti aukštos pridėtinės vertės produktus. Šie procesai dažniausiai lemia technologijų ir žinių perdavimą bei gamybos efektyvumo didėjimą, kas ir skatina eksporto plėtrą.

Kad aukštųjų technologijų eksportas turi reikšmingą teigiamą poveikį BVP augimui pritaria savo tyrime Ersin (2022). Tačiau pastebi, kad kai valstybės arba regiono MTEP išlaidos yra jau ir taip labai didelės, eksporto augimas duoda mažesnę efektą ekonominiam augimui (angl. *diminishing returns* efektas).

EBPO (2024) ataskaitoje teigiama, kad aukštųjų technologijų sektoriai, kurie remiasi intensyviomis investicijomis į MTEP, daro didelį poveikį darbo našumo augimui. Šios pramonės sektoriai ne tik generuoja didelę pridėtinę vertę, bet ir skatina inovacijų sklaidą per tiekimo grandines visoje ekonomikoje. Taip pat, aukštųjų technologijų pramonės šakos yra stipriai susiję su tarptautine prekyba ir užsienio investicijomis, kurios pasak ataskaitos yra svarbios technologijų sklaidai ir produktyvumo didinimui. Tačiau kyla rizika kalbant apie šios pramonės potencialą, dėl geopolitinių ir globalizacijos iššūkių bei investicijų į intelektinį turtą netolygumo tarp valstybių. Nepaisant to, dirbtinio intelekto, žaliųjų technologijų ir skaitmenizacijos proveržis išskiria aukštųjų technologijų pramonei strategiškai prioritetinę poziciją siekiant tvaraus ekonomikos augimo ir savarankiškumo pasaulio kontekste.

Remiantis kita EBPO (2024) ataskaita apie dirbtinį intelektą, teigiama, kad DI diegimas įmonėse turi potencialą reikšmingai padidinti darbo našumą aukštųjų technologijų pramonėje. Teigiamas efektas susijęs su procesų automatizacija ir tiekimo grandinių optimizacija. Tačiau šioje ataskaitoje taip pat pabrėžiama, kad DI poveikis koncentruojasi didelėse, technologijoms imliose įmonėse, o mažesnės įmonės lieka nuošalyje. Aukštųjų technologijų pramonės šakos yra puiki DI diegimo platforma, o tai prisideda prie inovacijų skatinimo ir kituose sektoriuose – veikia kaip multiplikatorius, kas gali reikšmingai prisidėti prie ilgalaikio ekonomikos augimo.

Pasaulio Banko (2024) tyrimo ataskaitoje apie skaitmenizaciją pabrėžiama, kad aukštųjų technologijų pramonei priskiriamų skaitmeninių technologijų daromas poveikis ekonomikoms yra per produktyvumo augimą, užimtumą ir pajamas, rinkų prieinamumą ir valstybių finansus. Skaitmenizacija reikšmingai prisideda prie verslo procesų optimizavimo ir nors pažangiose ekonomikose tai gali kelti iššūkių darbo rinkai, tačiau teigiama, kad taip yra pagerinamas rinkų prieinamumas regionams ir smulkesnėms įmonėms. Taip pat, skaitmenizacija prisideda prie viešųjų paslaugų efektyvumo ir skaidrumo. Todėl aukštųjų technologijų sektoriuose, skaitmenizacija tampa inovacijų ir produktyvumo šaltiniu bei strateginiu ekonomikos augimo įrankiu.

Remiantis „Global Electronics Association“ (2025) tyrimu, aukštųjų technologijų pramonė, ypač elektronikos sektorius rodo išskirtinę reikšmę visai Jungtinių Amerikos Valstijų ekonomikai. Šio sektoriaus tiesioginis užimtumas šalyje siekia 1,3 mln. darbuotojų, o įvertinus viso sektoriaus poveikį, tai yra 5,2 mln. darbo vietų ir 1,8 trilijonų JAV dolerių bendros produkcijos bei paslaugų vertės. Aukštųjų technologijų pramonė veikia kaip inovacijų stuburas, aukšto atlyginimo ir kvalifikacijos šaltinis bei svarbi globalaus konkurencingumo ir tiekimo grandinių dalis. Įmonės veikiančios šios pramonės sektoriuose ir investuodamos į MTEP kuria grįžtamąją sąsają. Didesni technologiniai pajėgumai teigiamai veikia gamybos rezultatus, auganti eksporto dalis reikšmingai prisideda prie stipresnės ekonomikos augimo dinamikos.

Izraelio atvejo tyrime autorius Qasoom (2023) išskiria pagrindinius aspektus teigiamai veikiančius ekonomiką. Šalys kurdamos ir eksportuodamos pažangias technologijas stiprina globalų konkurencingumą, intensyvina žmogiškojo kapitalo panaudojimą – didėja darbo našumas bei yra plečiama eksporto struktūra aukštos pridėtinės vertės prekėmis, o tai prisideda prie prekybos balanso gerėjimo.

Galime teigti, kad aukštųjų technologijų pramonė ir eksportas turi svarbią reikšmę globalioms ekonomikoms. Tai ne tik didina bendrąjį vidaus produktą ir konkurencingumą, bet ir skatina eksporto plėtrą, darbo našumą, produktyvumą ir kitų pramonės šakų inovacijas, kuria aukštos kvalifikacijos

darbo vietas bei spartina technologinių žinių sklaidą. O tokia sritis kaip skaitmenizacija, kuri yra neatsiejama nuo aukštųjų technologijų pramonės šakų, turi itin palankų teigiamą poveikį verslams ir viešajam sektoriui.

2.4.2. Aukštųjų technologijų pramonės augimo problemos

Spartėjanti technologinė pažanga aukštųjų technologijų pramonės šakų sektoriuose ne tik yra naudinga ekonomikoms, bet ir kelia naujus iššūkius. Aukštųjų technologijų eksportas yra reikšmingas ekonominės plėtros veiksnys, tačiau atsirandančios aplinkosaugos ir tvarumo problemos gali formuoti probleminius iššūkius. Wang ir kt. (2023) tyrime atskleista, kad tam įtakos turi šių pažangių technologijų pramonės didelis energijos suvartojimas, o tai kelia pavojų aplinkai ir didina išskiriama anglies dioksido kiekį. Bet kitą vertus, diegiant inovatyvias ir energiją taupančias technologijas, aukštųjų technologijų eksportas gali prisidėti prie tvarumo didinimo. Taip pat, gamybos ir eksporto grandinėse taikant modernias technologines sistemas, galima optimizuoti išteklių sunaudojimą. Todėl autoriai teigia, kad yra būdų aukštųjų technologijų sektorių paversti įrankiu, kuris ne didintų daromą žalą gamtai, o skatintų tvarumą ir energetinį efektyvumą. Shoaib ir kt. (2020) ir Zi ir kt. (2016) tyrimai rodo, kad BVP augimas ir ekonominis išsivystymo lygis, kuris siejamas su aukštųjų technologijų eksportu sąlygoja mažesnę anglies dioksido intensyvumą. Todėl galime daryti išvadą, kad valstybės ir jų kompetentingos institucijos turėtų įsivertinti rizikas bei kurti tvarią eksporto politiką, kad būtų išvengta neigiamo poveikio aplinkai.

McKinsey (2025) straipsnyje yra išryškinami pagrindiniai, vis didėjantys aukštųjų technologijų pramonės iššūkiai, kurie turi tiesioginį poveikį aukštųjų technologijų raidai. Pabrėžiama, kad ateityje matysime reikšmingą elektros energijos paklausos augimą, didėjantį poreikį jos gamybos pajėgumams ir gebėjimo perduoti elektros energiją per tinklus į duomenų centrus. Taip pat, ne ką mažiau svarbūs privatumo, saugumo ir etikos klausimai. Norint, kad tokios technologijos kaip dirbtinis intelektas veiktų saugiai ir skaidriai, reikia optimalaus rizikų valdymo ir greitai prisitaikančio reguliavimo. Verta paminėti, kad straipsnyje taip pat rašoma, jog auga kvalifikuotų ir kompetentingų darbuotojų trūkumas bei ekonominio nestabilumo rizika dėl greitos aukštųjų technologijų plėtros sukeliama disbalanso rinkose. Tam pritaria ir anksčiau analizuoti Kothari (2024) ir Pasaulio Banko (2024) straipsniai, kuriuose nelygė darbo rinkoje, dėl pajamų skirtumo tarp žemesnės ir aukštesnės kvalifikacijos darbuotojų kelia taip pat nemenkus iššūkius. Taip pat, yra kalbama, kad technologijų rinka neišvengiamai susiduria su iššūkiais dėl aukštųjų technologijų paveiktų geopolitinių konfliktų, pavyzdžiui Kinijos ir JAV muitų karo, tai kelia rimtas tiekimo grandinių rizikas. Prie ko prisideda, ne ką mažiau svarbūs ir rinkimai bei politiniai sprendimai, kurie gali pakeisti prekybos politiką ir tarifus, tai tiesiogiai prisideda prie aukštųjų technologijų eksporto ir importo.

Daug anksčiau aptarta žmogiškojo kapitalo svarba aukštųjų technologijų pramonėje iš tiesų gali būti didelė problema, nes yra pastebimas nemažas specialistų trūkumas. Remiantis EBPO (2024) ataskaita apie technologijų darbo rinkos problemas teigiama, kad darbų pasiūla kvalifikuotų specialistų pramonėse dažnai atsilieka poreikiui. Švietimo ir mokymo sistemos nespėja prisitaikyti prie nuolat besikeičiančių technologinių reikalavimų. Tradiciniai kvalifikacijų reikalavimai ir formalus mokymas dažnai stabdo talentų įtraukimą į aukštųjų technologijų pramonės šakų įmones, todėl dalis talentų lieka neatrasti. Taip pat kalbama apie tai, kad žmonės turi pereiti prie nuolatinio mokymosi kultūros (angl. *lifelong learning*), kad išlaikytų savo kompetencijas pritaikytas šiai dienai. Taigi, žmogiškojo kapitalo trūkumas ne tik riboja įmonių gebėjimą plėsti veiklą, bet ir gali sumažinti konkurencingumą bei inovacijų tempą. O kvalifikuotų specialistų trūkumas įmonėms sąlygoja

didesnes darbo sąnaudas, lėtesnę produktų plėtrą ir didesnę neatitikimų riziką. Tai veikia ne tik individualias įmones, bet ir visos ekonomikos gebėjimą pasinaudoti aukštųjų technologijų pramonės augimu.

EBPO (2024) ataskaitoje apie konkurencingumą skaitmeninėje rinkoje, remiantis G7 šalių konkurencijos institucijų analizės išvadomis, aukštųjų technologijų skaitmeninės pramonės plėtrą lydi vis sudėtingesni reguliaciniai ir konkurenciniai iššūkiai. Didžiausią grėsmę sąžiningai konkurencijai ir naujų rinkos dalyvių patekimui kelia spartus didžiųjų skaitmeninių platformų augimas. Ataskaitoje pabrėžiama, kad tradicinės antimonopolinės priemonės dažnai būna neefektyvios, todėl yra reikalingi nauji reguliavimo įrankiai siekiant užkirsti kelią įvairioms monopolijos bruožų turinčioms strategijoms. Tačiau, vis dėlto naujos reguliavimo priemonės ne visada praktiškai veikia, dėl nevienodo reguliavimo suderinimo skirtingose šalyse, todėl įmonės veikia skirtingai atitinkamai nuo kiekvienos rinkos teisės aktų. Balansas tarp inovacijų ir reguliavimo yra būtinas norint skatinti technologinę pažangą. Ataskaitoje teigiama, kad šį pusiausvyra yra pasiekama tik per tarptautinį bendradarbiavimą, žinių mainus ir reguliavimo sistemų suderinamumą, kad šį pasaulinę rinką netaptų fragmentuota ir konkurencinės sąlygos būtų vienodos skirtingoms šalims.

Kitoje EBPO (2025) ataskaitoje teigiama, kad valstybių vyriausybėms reikia imtis veiksmų ir kurti palankias sąlygas ateičiai, kad transformuojančios inovacijos būtų nukreiptos į visuomenės gerovę. Spartūs technologijų pažangos procesai turi didelį potencialą, tiek ligų gydyme ir prevencijoje, tiek kovoje su klimato atšilimu ir užterštumu. Žinoma, didele dinamika pasižyminti aukštųjų technologijų rinka sukuria įvairių iššūkių ir rizikų, todėl svarbu, kad būtų sukurtas pažangus reguliavimas ir taisyklės, kurios padėtų spręsti iššūkius ir atverti naujas galimybes, bet ne slopintų technologinę pažangą. Vyriausybės, laikydamos lanksčios politikos požiūrio inovacijų kryptimi, turi greitai prisitaikyti ir greitai reaguoti, pasitelkiant vis naujus įrankius reguliavimui tobulinti bei visada būti pasirengusios ateities iššūkiams.

Apibendrinus, aukštųjų technologijų pramonės šakų sektorių keliama nauji iššūkiai yra susiję su didinamais darbo rinkos struktūriniais pokyčiais, formuojama nelygybe tarp skirtingų kompetencijų darbuotojų ir kvalifikuotų darbuotojų trūkumais. Kitos problemos su kuriomis susiduriama yra sparčiai besikeičiantys standartai ir reikalavimai, kitaip tariant reguliavimo problemos, kurios gali prisidėti prie nesąžiningos konkurencijos aukštųjų technologijų pramonės šakose tarp labai didelių įmonių ir mažesnių. Taip pat verta atkreipti dėmesį į išskiriamo anglies dvideginio kiekio, tvarumo ir aplinkosauginės problemas, su kuriomis neišvengiamai susiduria valstybės augant šioms pramonės šakoms. Prognozuojamas energijos suvartojimas, išskiriamas kaip vienas didžiausių iššūkių norint patenkinti intensyvią aukštųjų technologijų gamybą. Kiti iššūkiai, į kuriuos galima būtų atkreipti dėmesį yra tiekimo grandinių pažeidžiamumas, technologinė priklausomybė, geopolitinių, etikos, saugumo, žinių nutekėjimo ir kiti rizikų valdymo trūkumai gali prislopinti teigiamą poveikį ekonomikoms. Svarbu, kad aukštųjų technologijų pramonės rezultatai būtų nukreipti į naudą ne tik valstybėms, bet ir jų piliečių gerovei, pavyzdžiui ligų gydyme ir prevencijoje bei kovoje su klimato atšilimu ir užterštumu. Todėl aukštųjų technologijų plėtra turi būti vertinama kaip valstybių pažangos ženklas ir kompleksinis procesas, kuriame dera ekonominės naudos su socialinėmis, aplinkosauginėmis ir geopolitinėmis rizikomis.

3. Tyrimo metodologija

Europos Sąjunga yra viena didžiausių aukštųjų technologijų pramonės šakų produktų eksportuotoja pasaulyje, todėl tyrimo metodologijos pradžioje analizuojama šio sektoriaus eksporto augimo dinamika ir struktūra 2014–2024 m. laikotarpiu. Siekiant nustatyti pagrindines tendencijas ir regioninius skirtumus, išnagrinėti ES aukštųjų technologijų eksporto srutai pagal geografinės kryptis, remiantis „Eurostat“ ir EBPO statistiniais duomenimis. Atlikti lyginamieji vertinimai tarp atskirų metų ir eksporto kryptų, siekiant identifikuoti eksporto augimo tendencijas, rinkų mastą ir pagrindinius veiksnius, nulėmusius aukštųjų technologijų produktų konkurencingumo stiprėjimą pasaulinėje rinkoje.

Išanalizavus Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto kryptis ir struktūrą, toliau vertinamas šio sektoriaus lyginamasis pranašumas ir eksporto specializacija pasaulinėje rinkoje. Vertinimui naudojami kiekybiniai indeksai, apskaičiuoti pagal ES aukštųjų technologijų pramonės eksporto rodiklius, bendrą ES eksporto apimtį, pasaulinį aukštųjų technologijų produktų eksportą ir bendrą pasaulinės prekybos apimtį. Duomenys gauti iš „Eurostat“ (2025), „EBPO“ (2025), „World Trade Organization“ (2025), „Statista“ (2025) duomenų bazių. Siekiant nustatyti Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto augimo veiksnius bei jos eksporto specializacijos lygį tarptautinėje rinkoje, taikomas Balassa atskleistojo lyginamojo pranašumo (angl. *RCA*) indeksas, kuris leidžia įvertinti, kiek ES aukštųjų technologijų sektorius yra konkurencingesnis už pasaulinį vidurkį.

Balassa indekso formulė:

$$RCA_{ij} = \left(\frac{Z_{ij}}{Z_j} / \frac{Z_{iw}}{Z_w} \right) \quad (1)$$

Čia: RCA_{ij} yra atskleistojo lyginamojo pranašumo indeksas (angl. *Revealed Comparative Advantage*); Z_{ij} yra sektoriaus eksportas šalyje; Z_j yra bendras šalies eksportas; Z_{iw} yra sektoriaus eksportas pasaulyje; Z_w yra bendras pasaulio eksportas.

Lyginamasis pranašumas yra „atskleistas“, jeigu $RCA > 1$. Jeigu RCA yra mažiau už 1, šalis (šiuo atveju Europos Sąjunga) neturi lyginamojo pranašumo šiame sektoriuje.

Toliau bus atliekamas empirinis tyrimas, kuriame analizuojami 2014 – 2024 m. laikotarpio surinkti duomenys iš viešai prieinamų duomenų bazių „Eurostat“ (2025), „EBPO“ (2025), „World Trade Organization“ (2025), „Statista“ (2025). Šie šaltiniai pasirinkti dėl jų aukšto patikimumo, metodologinio nuoseklumo bei galimybės gauti duomenis pagal vieningą ES šalių klasifikaciją (NACE Rev. 2) ilgesniu laikotarpiu.

Empirinio tyrimo tikslas – įvertinti veiksnius, teigiamai veikiančius Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto rezultatus, siekiant nustatyti, kurie ekonominiai, technoliniai ir inovaciniai rodikliai labiausiai lemia eksporto augimą.

Pirmajame etape atliekamas ekonometrinis vertinimas, kuriuo siekiama išmatuoti veiksmų poveikį ES aukštųjų technologijų eksporto apimtims. Priklausomas kintamasis šiame tyrime – aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto vertė (mln. EUR).

Nepriklausomi kintamieji atrinkti remiantis mokslinės literatūrinėje analizėje identifikuotais veiksniais, galinčiais turėti įtakos eksporto rezultatams, bei jų prieinamumu viešose duomenų bazėse. Į tyrimą įtraukti nepriklausomi kintamieji:

1. BVP vienam gyventojui, eur.;
2. Bendros MTEP išlaidos sektoriuje, eur.;
3. Asmenys įgiję aukštąjį išsilavinimą, vnt.;
4. Asmenys dirbantys aukštųjų technologijų pramonės šakų sektoriuose, vnt.;
5. Mokslininkai ir inžinieriai, vnt.;
6. Asmenys įgiję aukštąjį išsilavinimą ir dirbantys mokslo ir technologijų sektoriuose, tūkst. vnt.;
7. Investicijos į ilgalaikį turtą, eur.;
8. Investicijos į intelektinę nuosavybę, mln. eur.;
9. Bendros pritrauktos tiesioginės užsienio investicijos, % (nuo BVP);
10. Paraiškos Europos Patentų Tarnybai, vnt.

Šie rodikliai leidžia empiriškai įvertinti, kiek ES aukštųjų technologijų eksporto augimą lemia vidiniai inovaciniai gebėjimai ir išoriniai ekonominiai veiksniai, bei kokie veiksniai turi didžiausią statistinį poveikį eksporto plėtros dinamikai.

Atrinktų veiksmų poveikio Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto rodikliams empiriniam vertinimui pasirinkta atlikti koreliacinę analizę norint identifikuoti statistinius sąryšius tarp nagrinėjamų kintamųjų. Toliau Granger'io priežastingumo testas yra vykdomas siekiant įvertinti prognozinį šių ryšių poveikį. Kintamieji, kuriems priežastinis ryšys nebuvo patvirtintas, nebuvo papildomai analizuojami porinės tiesinės regresijos metodu, siekiant išvengti statistiškai nepagrįstų modelių ir užtikrinti nuoseklų bei metodologiškai pagrįstą tyrimo rezultatų interpretavimą. Ekonometriniai skaičiavimai ir vertinimai atlikti naudojant „R Studio“ programą.

Atliekant koreliacinę analizę, visi tyrime naudojami laiko eilučių kintamieji buvo patikrinti dėl stacionarumo, tam kad statistiškai reikšmingi koreliacijos koeficientai atspindėtų realų ekonominį ryšį. Stacionarumas vertintas taikant vienetinių šaknų metodu, įvertinant tokias skirtingas modelio specifikacijas, kaip: be poslinkio ir trendo, su poslinkiu bei su poslinkiu ir trendu. Nustačius, kad nediferencijuotos laiko eilutės yra nestacionarios, jos buvo diferencijuojamos kol pasiektas stacionarumas. Tolesnėse analizėse bus naudojamos tik stacionarios duomenų reikšmės.

Nestacionariai laiko eilutei transformuoti naudojama integravimo procedūra, skirtumų tarp šalia esančių laiko eilutės narių skaičiavimu :

$$\Delta y_t = y_t - y_{t-1} \quad (2)$$

Jei atlikus transformaciją skirtumai taip pat nestacionarūs, atliekamas antros eilės integravimas:

$$\Delta \Delta y_t = \Delta y_t - \Delta y_{t-1} \quad (3)$$

Čia: Δy_t – pirmos eilės diferencijuota laiko eilutė; y_t - nagrinėjamas laiko eilučių kintamasis laiko momentu; y_{t-1} – nagrinėjamo kintamojo reikšmė ankstesniu laikotarpiu; $\Delta \Delta y_t$ – antros eilės diferencijuota laiko eilutė.

Stacionarių kintamųjų tarpusavio ryšiams įvertinti buvo taikomas Pirsono koreliacijos koeficientas, kuris leidžia nustatyti tiesinį ryšį tarp dviejų kintamųjų, taip pat ir jo kryptį bei stiprumą. Koreliacijos reikšmingumas vertintas naudojant statistinio reikšmingumo lygį. Jei t statistikos tikimybė yra $<0,05$, tai galima teigti, kad ryšys turi statistinį reikšmingumą. Gauti koreliacijos rezultatai yra naudojami kaip pirminė ryšių įvertinimo dalis, siekiant nustatyti, kurie nepriklausomi kintamieji gali būti įtraukti į tolesnę analizę. Verta paminėti, kad koreliacinė analizė neleidžia daryti priežastinių interpretacijų, bet suteikia reikšmingą informaciją apie galimus ekonominius ryšius tarp analizuojamų kintamųjų.

Pirsono tiesinės koreliacijos koeficiento lygtis:

$$r_{xy} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \bar{y}}{S_x \cdot S_y} \quad (4)$$

Čia: r_{xy} – Pirsono tiesinės koreliacijos koeficientas; x, y – kintamųjų aritmetiniai vidurkiai; S_x, S_y – kintamųjų standartiniai nuokrypiai.

Trumpalaikiams priežastiniams ryšiams įvertinti tarp tiriamų kintamųjų analizėje taikytas Granger'io priežastingumo testas, leidžiantis nustatyti, kaip vieno kintamojo praeities reikšmės pagerina kito kintamojo prognozę, palyginti su modeliu, kuriame naudojamos tik paties kintamojo praeities reikšmės. Šis testas yra atliekamas naudojant stacionarias kintamųjų reikšmes. Nulinė hipotezė teigia, kad nagrinėjamo kintamojo praeities reikšmės neturi statistiškai reikšmingos įtakos kito kintamojo dabartinėms reikšmėms. Hipotezės reikšmingumas vertintas taikant F statistiką ir 5 % reikšmingumo lygmenį. Gauti rezultatai leidžia identifikuoti statistinius priežastingumo ryšius Grangerio prasme, tačiau neleidžia daryti išvadų apie tikrąjį ekonominį ar struktūrinį priežastingumą. Testas atliktas taikant vieną laiko vėlavimą ($p=1$) ir pagrįstas dviejų modelių palyginimu. Pirmame modelyje priklausomas kintamasis aiškinamas savo vėlavimu ir kito kintamojo vėlavimu, o antrame modelyje tik savo vėlavimu.:

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \beta_1 X_{t-1} + \dots + \varepsilon_t \quad (5)$$

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

Čia: Y_t – priklausomas kintamasis; α_0 – konstanta; α_1 – priklausomo kintamojo vėlavimo koeficientai; Y_{t-1} – priklausomo kintamojo vėluojanti reikšmė; β_1 – nepriklausomo kintamojo vėlavimo koeficientai; X_{t-1} – nepriklausomo kintamojo vėluojanti reikšmė; ε_t – paklaida laiko momentu;

Patikrinama nulinė hipotezė reiškia, kad nepriklausomo kintamojo praeities reikšmės nepadaeda prognozuoti eksporto rodiklių:

$$H_0: \beta_1 = 0$$

Alternatyvioji prognozė reiškia, kad prognozinis ryšys egzistuoja:

$$H_1: \beta_1 \neq 0$$

Hipotezės tikrintos vertinant f statistiką, o rezultatų statistinis reikšmingumas vertintas pagal p tikimybės reikšmes.

Toliau empiriniame tyrime taikyta porinė tiesinė regresijos analizė leidžianti kiekybiškai įvertinti nepriklausomo kintamojo poveikį priklausomam kintamajam, kontroliuojant tik paties priklausomo kintamojo atsitiktinę variaciją. Porinės tiesinės regresijos modelio išraiška:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon_t \quad (7)$$

Čia: Y – priklausomas kintamasis; β_0 – konstanta; β_1 – regresijos koeficientas; X – nepriklausomas kintamasis; ε_t – paklaida laiko momentu.

Jeigu nepriklausomas kintamasis ir modelis yra reikšmingi, atliekama paklaidų analizė apimanti paklaidų vidurkio, paklaidų dispersijos, normalumo ir autokoreliacijos vertinimus.

Regresinės analizės rezultatų interpretavimui naudojami statistiniai rodikliai:

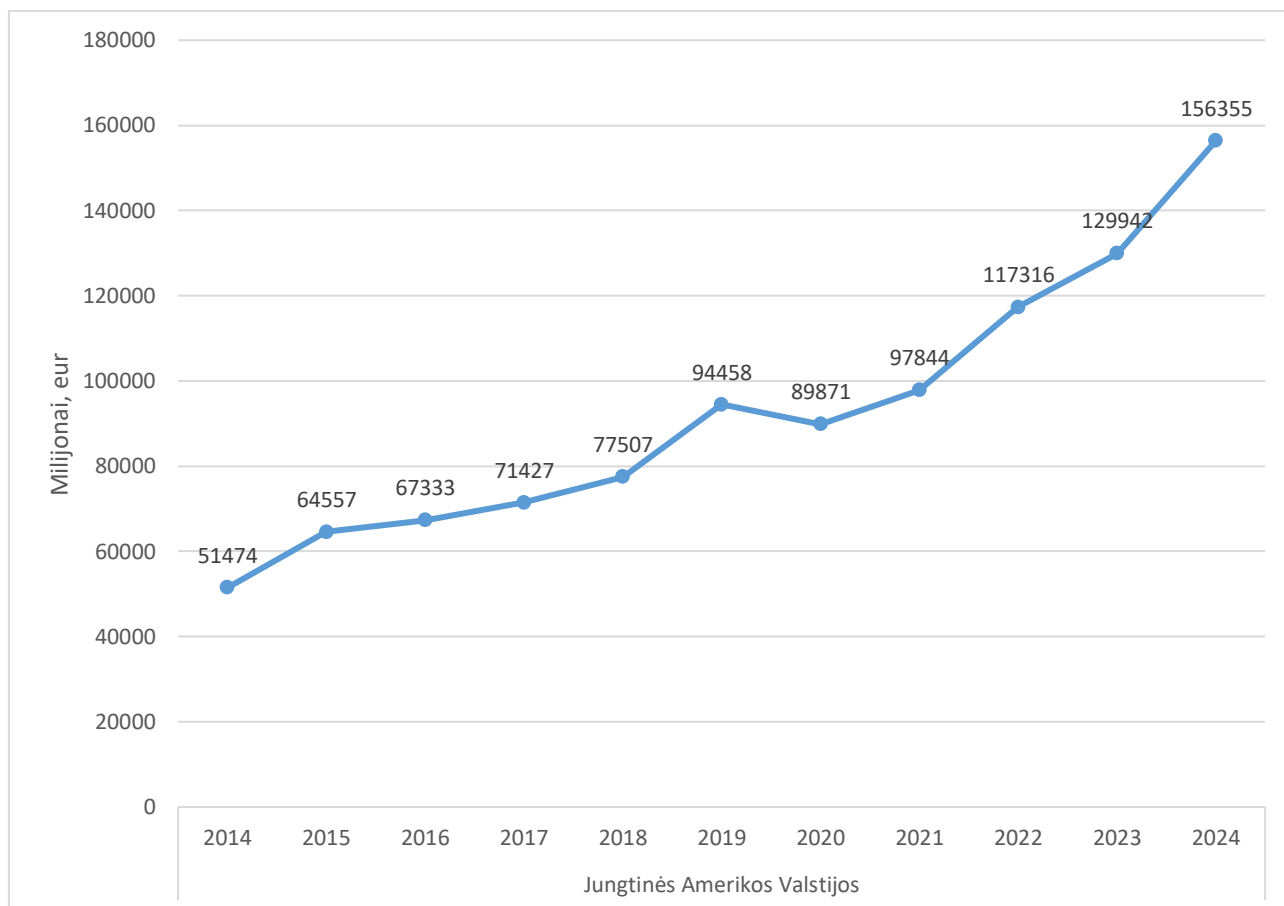
- **Koeficientas (B)** – rodo nepriklausomo kintamojo poveikio kryptį ir dydį priklausomam kintamajam.
- **Standartinė paklaida** – koeficiento įvertinimo tikslumo matas;
- **t statistika** – naudojama hipotezei, ar koeficientas statistiškai reikšmingas, tikrinti;
- **p reikšmė** – rodo statistinio reikšmingumo lygį;
- **Determinacijos koeficientas (R^2)** – rodo modelio tinkamumą, kokią priklausomo kintamojo dinamikos dalį atspindi modelis;
- **Pakoreguotas determinacijos koeficientas (R^2)** – rodo modelio tikslumą, koreguotas pagal imties dydį ir kintamųjų skaičių;
- **F statistika** – vertina viso modelio statistinį reikšmingumą.

4. Europos Sąjungos aukštųjų technologijų eksporto veiksmų tyrimas ir rezultatai

4.1. Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto kryptys

Šiame skyriuje apžvelgiamos Europos Sąjungos didžiausios eksporto partnerės ir analizuojami pokyčiai siekiant nustatyti pagrindines tendencijas ir regioninius skirtumus. Atlikti lyginamieji vertinimai tarp atskirų metų ir šalių, siekiant identifikuoti eksporto augimo tempus, rinkų mastą ir pagrindinius veiksnius, nulėmusius aukštųjų technologijų produktų konkurencingumo stiprėjimą pasaulinėje rinkoje.

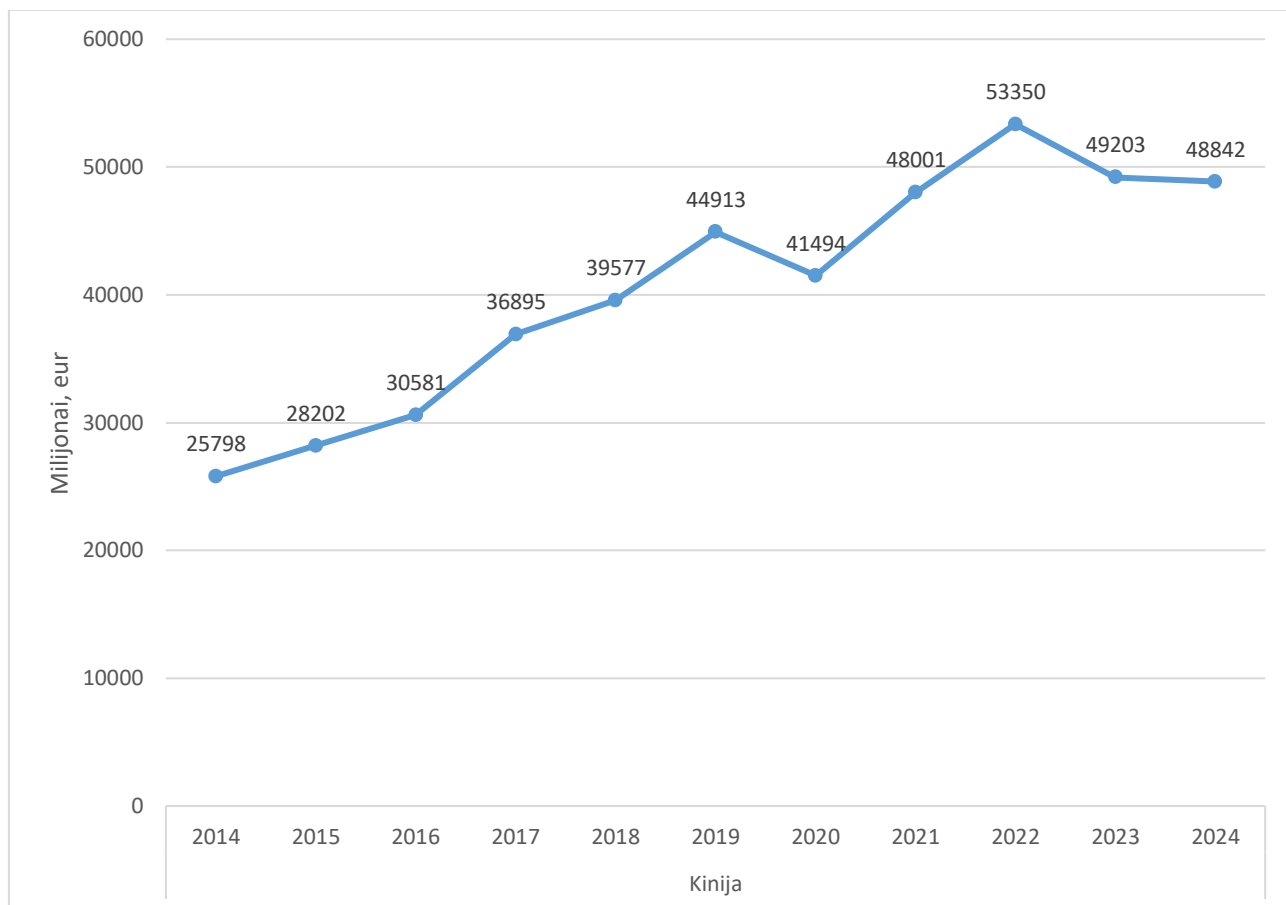
Tarp didžiųjų eksporto kryptių svarbiausia yra Jungtinės Amerikos Valstijos, į kurias ES aukštųjų technologijų eksporto apimtis nuo 2014 iki 2024 metų išaugo daugiau nei tris kartus – nuo 51 iki 156 mlrd. eurų. Beveik visą dešimtmetį eksportas į JAV augo, išskyrus pandemijos pirmuosius metus, kai eksportas sumažėjo – 4,9 %. Jungtinės Amerikos Valstijos pasižymėjo didžiausiu vidutiniu metiniu augimo tempu per šį laikotarpį – 11,8 %. O didžiausias eksporto augimas į Jungtines Amerikos Valstijas pagal pateiktus duomenis buvo fiksuotas 2023 – 2024 m. laikotarpiu, kai eksporto vertė padidėjo daugiau nei penktadaliu (10 pav.). Tai rodo reikšmingą partnerystės su JAV stiprėjimą po pandemijos, ypač tokiuose aukštos pridėtinės vertės sektoriuose, kaip farmacija ir aviacija.



10 pav. ES aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto apimtys į JAV 2014 – 2024 m. mln. eur. Šaltinis: „Eurostat“ (2025)

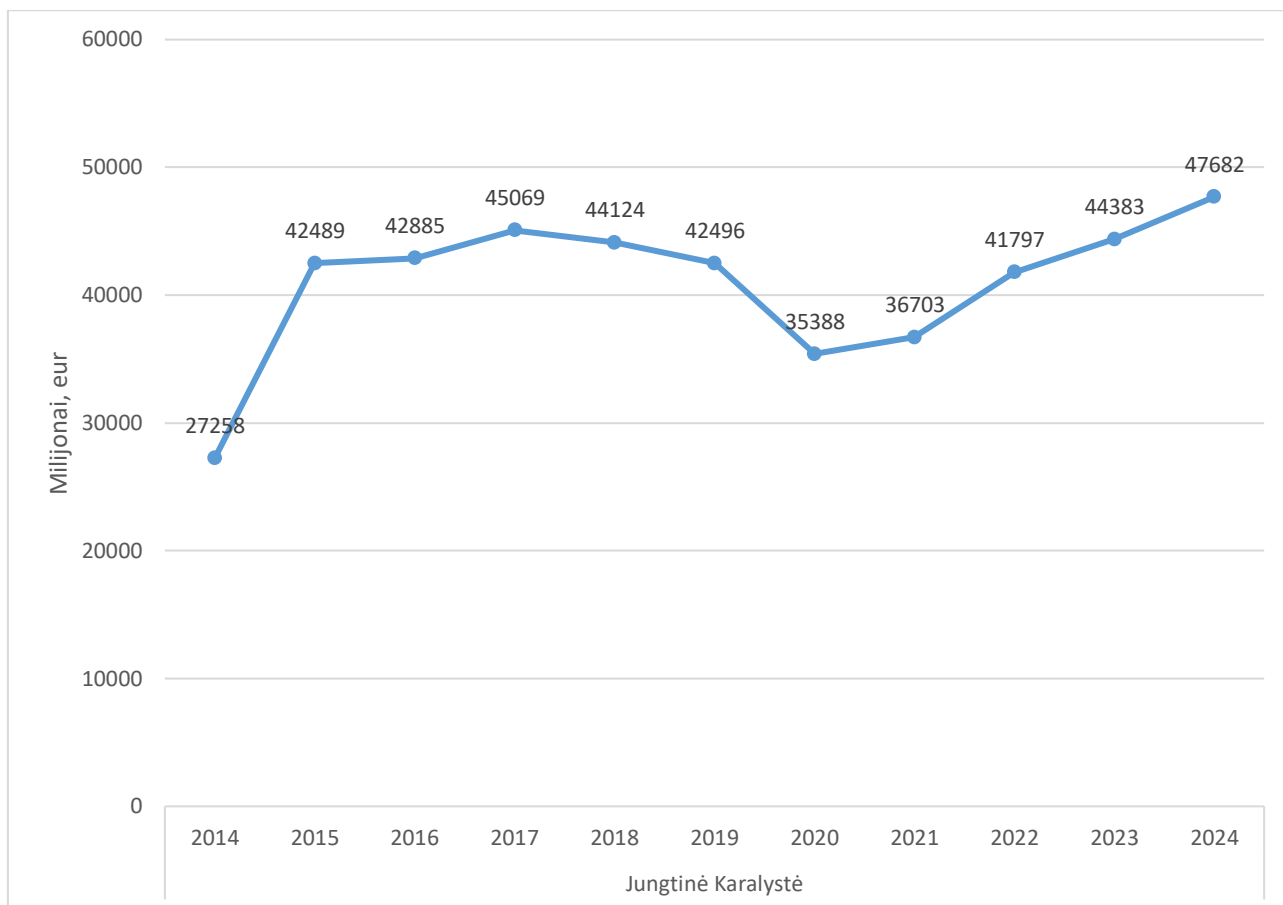
Viena iš lyderių importuojant į savo šalį Europos Sąjungos kilmės aukštųjų technologijų pramonės šakų produkcija yra Kinija. Nuo 2019 m. šios šalies rinka buvo antra pagal dydį Europos Sąjungos aukštųjų technologijų eksporto kryptis. Eksporto didėjimas į Kinija matomas visu tiriamuoju

laikotarpiu, išskyrus 2019 – 2020 ir 2022 – 2024 periodais (11 pav.). Prie mažėjančio eksporto nuo 2022 m. prisidėjo geopolitinė įtampa, Kinijos importo pakeitimo politika, stiprinanti vietinę aukštųjų technologijų produktų gamybą (angl. *Made in China 2025*) bei auganti reguliacinė rizika tarp ES ir Kinijos. Visa tai lėmė, kad ES aukštųjų technologijų produktų eksportas į Kiniją sumažėjo, o didžiausi augimo tempai pasireiškė stabilesnėse ir labiau suderinamose rinkose tokiose kaip Jungtinės Amerikos Valstijos ir Šveicarija.



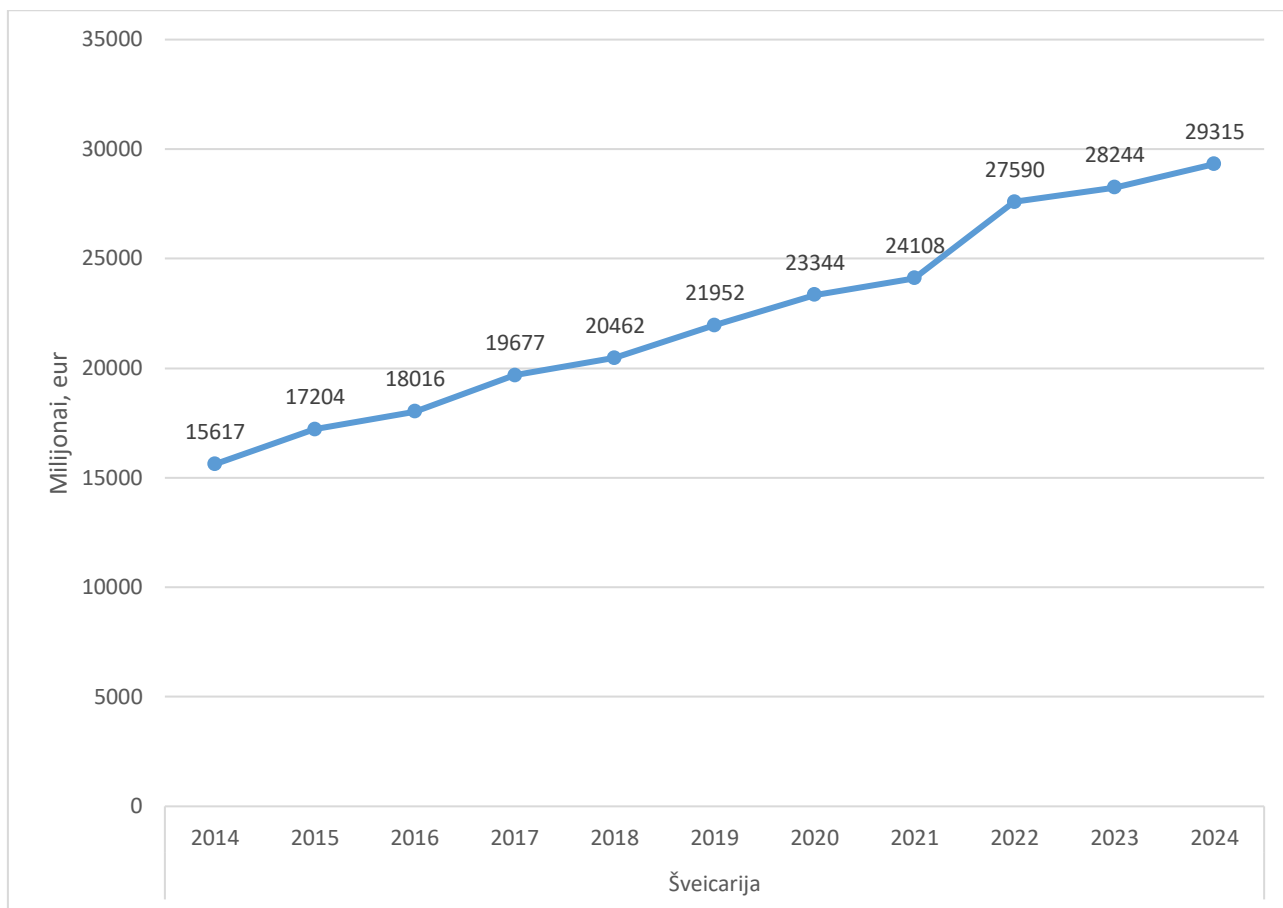
11 pav. ES aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto apimtys į Kiniją 2014 – 2024 m. mln. eur.
Šaltinis: „Eurostat“ (2025)

Europos Sąjungos aukštųjų technologijų eksporto į Jungtinę Karalystę 2014–2024 m. dinamika pasižymi keliomis fazėmis (12 pav.). Iki „Brexit“ referendumo, 2014 – 2015 m., yra pastebimas didelis eksporto augimas, po kurio, 2017 – 2019 m., sekė svaro nuvertėjimas, reguliacinės problemos, atidėtos investicijos, todėl ES eksporto apimtys į Jungtinę Karalystę krito. Pandemija bei muitinės persitvarkymo procesų trikdžiai smarkiai paveikė eksportą, tačiau 2022–2024 m. farmacijos, elektronikos ir aviacijos sektoriai stipriai patempė bendras eksporto apimtis aukštyn, nors atskirų produktų eksporto rodikliai buvo stagnuojantys dėl tiekimo grandinių persitvarkymo ir konkurencijos iš Azijos šalių.



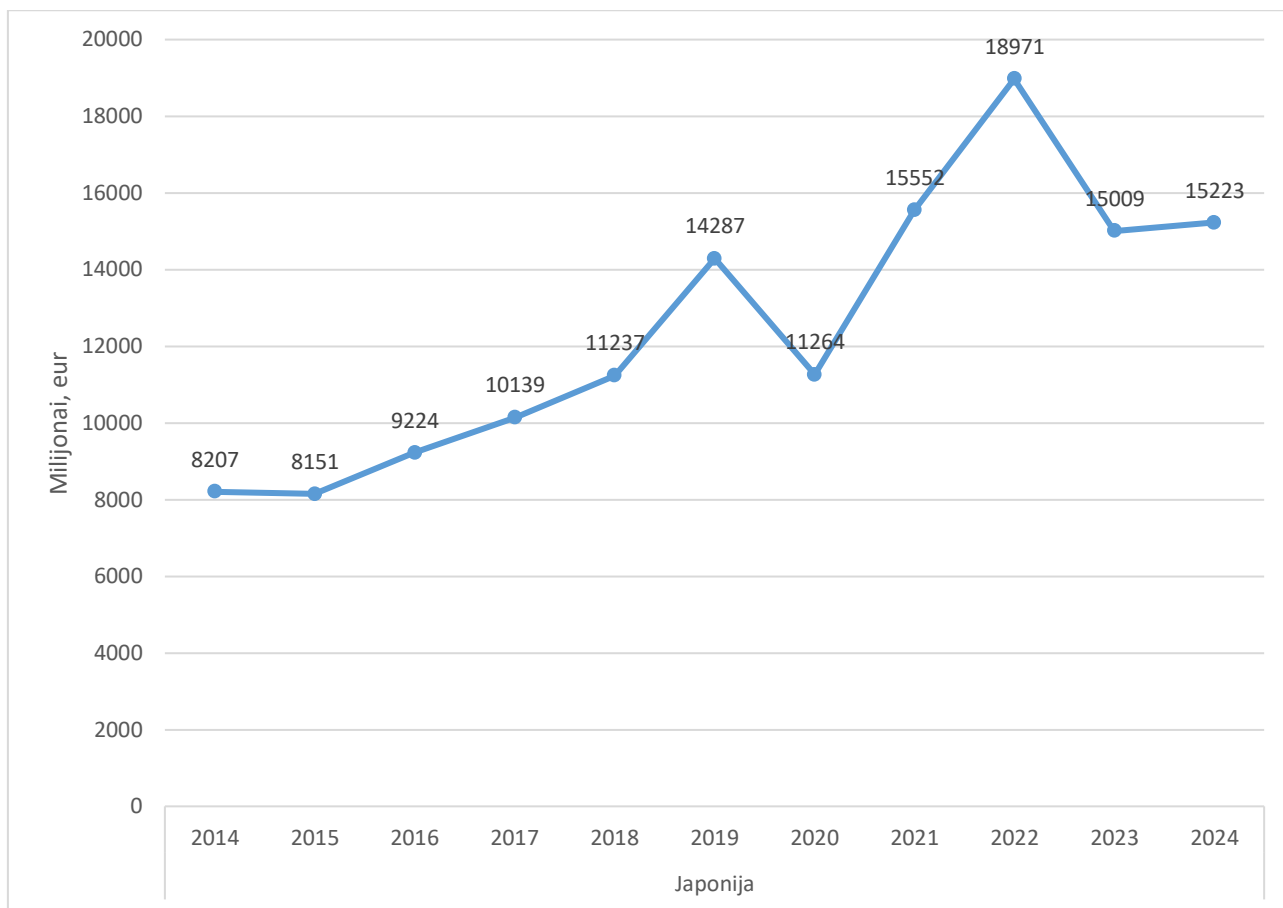
12 pav. ES aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto apimtys į Jungtinę Karalystę 2014 – 2024 m. mln. eur. Šaltinis: „Eurostat“ (2025)

Per 2014–2024 m. laikotarpį ES aukštųjų technologijų produktų eksportas į Šveicariją pasižymėjo stabilia ir nuosekliai augančia dinamika (13 pav.). Šveicarija, su ketvirtu didžiausiu aukštųjų technologijų eksporto apimties padidėjimu šiuo laikotarpiu – 14 mlrd. eurų, nusileidžia tik JAV, Kinijai ir Jungtinei Karalystei. Pagrindinė eksporto augimą į Šveicariją lėmusi produktų kategorija buvo farmacijos pramonė, kurios eksporto vertė tiriamuoju laikotarpiu padidėjo 9 mlrd. eurų. Prie to prisidėjo glaudžios tiekimo grandinės tarp ES ir Šveicarijos farmacijos centrų susiformavimas. Nors tai nebūdinga kitų didžiųjų partnerių eksporto rodiklių kaitos tendencijoms, tačiau 2020–2021 m. pandemijos laikotarpiu pastebimas smarkus eksporto augimas, nes išaugo paklausa vaistams, vakcinoms ir laboratorinei įrangai. Po 2022 m. augimas tęsėsi, tačiau šiek tiek lėčiau, nes pasaulinės tiekimo grandinės stabilizavosi, o kainų augimas turėjo įtakos eksportui. 2024 m. Šveicarija išliko tarp keturių didžiausių ES aukštųjų technologijų eksporto rinkų, o bendros apimtys buvo beveik dvigubai didesnės nei 2014 m., o tai rodo ilgalaikį, aukštos technologinės specializacijos pagrįstą bendradarbiavimą.



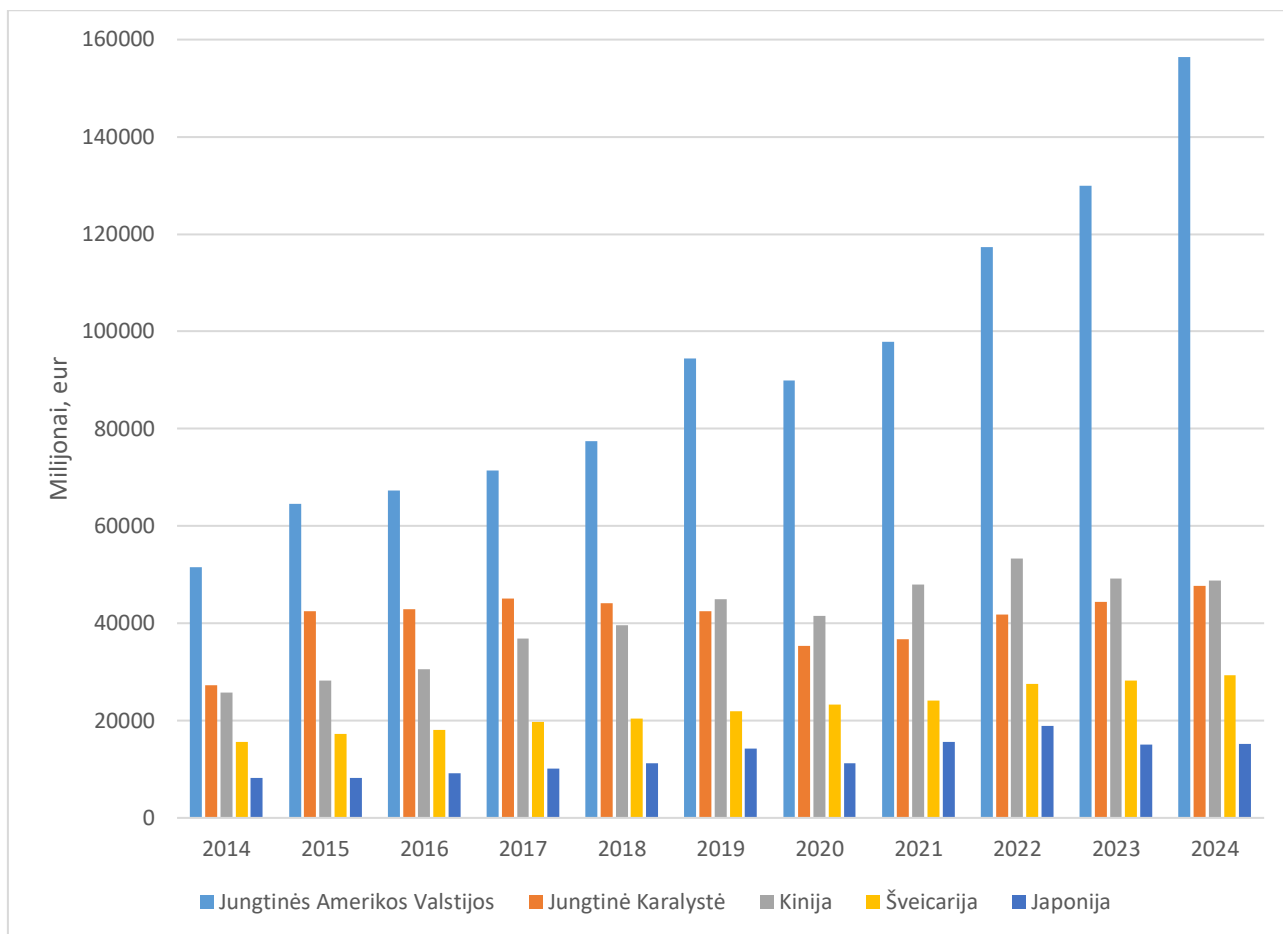
13 pav. ES aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto apimtys į Šveicariją 2014 – 2024 m. mln. eur.
Šaltinis: „Eurostat“ (2025)

ES aukštųjų technologijų produktų eksportas į Japoniją išliko stabilus per 2014–2024 m. laikotarpį, tačiau augo lėčiau nei į kitas didžiąsias rinkas. Remiantis pateiktu grafiku (pav. 14), ES aukštųjų technologijų produktų eksportas į Japoniją išaugo nuo 8,2 mlrd. eurų 2014 m. iki 15,2 mlrd. eurų 2024 m., tai reiškia, kad padidėjo beveik 85 % per dešimtmetį. 2014–2019 m. laikotarpiu eksportas nuosekliai augo – nuo 8,2 mlrd. EUR iki 14,3 mlrd. eurų, o didžiausias šuolis fiksuotas 2018–2019 m., kai vertė pakilo apie 27 %. 2020 m. pandemijos pradžioje eksportas sumažėjo iki 11,3 mlrd. eurų, tačiau jau 2022 m. pasiekė naują rekordą – 18,97 mlrd. eurų, daugiausia dėl išaugusios farmacijos ir mokslinės įrangos paklausos. Po to sekė nedidelis kritimas – 2023 m. iki 15,0 mlrd. eurų, o 2024 m. eksportas stabilizavosi ties 15,2 mlrd. eurų. Šie duomenys rodo, kad ES ir Japonijos prekybos ryšiai aukštųjų technologijų sektoriuje išliko tvirti, nors juos veikė pasauliniai ekonominiai ciklai ir pandemijos laikotarpio svyravimai.



14 pav. ES aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto apimtys į Japoniją 2014 – 2024 m. mln. eur.
Šaltinis: „Eurostat“ (2025)

Remiantis „Eurostat“ duomenimis, per 2014–2024 m. laikotarpį ES aukštųjų technologijų pramonės šakų produktų eksportas į pagrindines trečiąsias šalis ženkliai išaugo, tačiau augimo tempai skyrėsi pagal rinkas. Didžiausias eksporto apimčių augimas fiksuotas į Jungtines Amerikos Valstijas, kur eksporto vertė padidėjo beveik tris kartus – nuo 51,5 mlrd. iki 156,4 mlrd. eurų, kas atitinka vidutinį 11,8 % metinį augimo tempą. Antroje vietoje išliko Kinija, kur eksportas išaugo nuo 25,8 mlrd. iki 48,8 mlrd. eurų. Iš pradžių eksportas sparčiai augo, tačiau po 2021 m. stabilizavosi ties 48–49 mlrd., o tai atspindi Kinijos technologinį savarankiškumo siekį ir pasaulinės prekybos įtampas. Trečioje vietoje esančios Jungtinės Karalystės, kurios eksporto vertė padidėjo nuo 37,3 mlrd. iki 47,7 mlrd. eurų, duomenys atskleidžia neigiamą „Brexit“ poveikį. Ketvirta pagrindinė eksporto kryptis Šveicarija išlaikė stabilų ir reikšmingą augimą – nuo 15,6 mlrd. iki 29,3 mlrd. Šveicarijos rinka išsiskyrė atsparumu pandemijai, nuosekliu ir stabiliu augimu, daugiausia dėl glaudaus bendradarbiavimo farmacijos ir mokslo įrangos srityse. Paskutinė didžioji ES partnerė Japonija išliko pastovi, per dešimtmetį augdama nuo 8,2 iki 15,2 mlrd. EUR.



15 pav. Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų didžiausios geografinės eksporto kryptys.
Šaltinis: „Eurostat“ (2025)

Šie duomenys rodo, kad JAV tapo pagrindine ir sparčiausiai augančia ES aukštųjų technologijų eksporto rinka per analizuojama laikotarpį. Tuo metu kitos šalys, tokios kaip Šveicarija ir Japonija pasižymėjo lėtesniu, bet nuosekliu ir potencialą rodančiu augimu, grindžiamu ilgalaikiais technologinės partnerystės ryšiais.

4.2. Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto lyginamojo konkurencinio pranašumo pokyčiai

Vertinant Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto tendencijas, svarbu analizuoti ne tik eksporto apimtis ir jų augimo tempus, bet ir taikyti rodiklius, leidžiančius įvertinti tarptautinį konkurencingumą bei eksporto specializaciją. Vienas iš plačiausiai taikomų metodų yra Balassa atskleisto lyginamojo pranašumo indeksas (RCA), kurį 1965 m. pasiūlė ekonomistas Béla Balassa. Šis indeksas paremtas prielaida, kad konkurencingumą sudėtinga įvertinti tiesiogiai dėl riboto duomenų apie gamybos sąnaudas prieinamumo, todėl taikomas netiesioginis vertinimo būdas, grindžiamas eksporto struktūros statistine analize. RCA indeksas matuoja tam tikros produktų grupės dalį šalies eksporte, palyginti su šios grupės dalimi pasaulinėje prekyboje, taip nustatant, kuriuose sektoriuose šalis turi santykinį konkurencinį pranašumą. Šiuo atveju Balassa indeksas naudoja ES eksporto duomenis ir įvertina bendrijos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto dalį, palyginti su jos dalimi pasauliniame eksporte. Šio rodiklio taikymas aukštųjų technologijų pramonėje leidžia įvertinti skirtingų sektorių konkurencingumą, išryškinti eksporto specializacijos kryptis bei nustatyti, kokių mastu ES ekonomikos struktūra išlaiko aukštųjų technologijų dominavimą pasaulinėje rinkoje.

Remiantis Europos Komisijos (2025) ir Pasaulio Prekybos Organizacijos (2025) duomenimis, 2024 m. Europos Sąjungos bendras prekių eksportas siekė apie 2584,2 mlrd. eurų, iš kurių aukštųjų technologijų pramonės šakų produktai sudarė 500,97 mlrd. eurų. Tuo metu Pasaulio Banko duomenimis, 2024 m. bendras pasaulio eksportas sudarė 27859,86 mlrd. eurų, iš kurių 3062,34 mlrd. eurų priskiriama aukštųjų technologijų produktams.

Norint įvertinti ES aukštųjų technologijų produktų eksportą, taikomas Balassa atskleisto lyginamojo pranašumo (angl. *RCA*) indeksas, leidžiantis įvertinti šalies ir sektoriaus konkurencinį pranašumą pasaulinės prekybos kontekste. Kai RCA reikšmė yra mažesnė nei 1, laikoma, kad ES neturi lyginamojo pranašumo aukštųjų technologijų eksporte, o kai ji viršija 1, rodo specializaciją ir konkurencingumą aukštųjų technologijų rinkoje. Šių skaičiavimų rezultatai pateikiami 3 lentelėje.

Analizėje siekiama įvertinti aukštųjų technologijų eksporto plėtrą Europos Sąjungoje 2014 – 2024 metais. Todėl pasirinkta analizuoti Balassa indeksą 2014, 2022, 2023 ir 2024 metų, atskleidžiant kaip keitėsi konkurencinis pranašumas aukštųjų technologijų pramonės šakų sektoriuje pasauliniu mastu.

3 lentelė. Europos Sąjungos ir pasaulio eksporto duomenys ir Balassa indeksai

Metai	ES Aukštųjų technologijų pramonės šakų eksportas, mlrd. eurų	Bendras ES eksportas, mlrd. eurų	Aukštųjų technologijų pramonės šakų eksportas pasaulyje, mlrd. eurų	Bendras eksportas pasaulyje, mlrd. eurų	Balassa indeksas
2014	266,61	1703,2	2038,59	20542,80	1,58
2022	445,78	2572,0	3210,27	27234,34	1,47
2023	463,55	2557,0	2952,87	26863,90	1,65
2024	500,97	2584,2	3062,34	27859,86	1,76

Galima įžvelgti reikšmingus analizuoto laikotarpio pokyčius Europos Sąjungoje – aukštųjų technologijų eksportas išaugo beveik dvigubai nuo 2014 m., o Europos bendro eksporto apimtys išaugo 1,52 karto. Tuo pat metu pasaulinis bendras eksportas padidėjo 1,36, o pasaulinis aukštųjų technologijų eksportas 1,5 karto. Apskaičiavus Europos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto Balassa indeksą nagrinėjamų metų laikotarpiu, kuris yra virš 1, galima teigti, kad Europos Sąjunga visą laiką turėjo lyginamąjį pranašumą aukštųjų technologijų eksporte. Tačiau indeksas rodo tik nedidelį Europos Sąjungos konkurencinį pranašumą, nes šis rodiklis nėra aukštas, todėl Europos per šį laikotarpį netapo reikšmingai konkurencingesnė už pasaulinį vidurkį. Nuo 2014 iki 2022 m. šis pranašumas nežymiai susilpnėjo nuo 1,58 iki 1,47, tai gali atspindėti didėjančią konkurenciją iš Azijos, struktūrinius pokyčius globaliose tiekimo grandinėse. Po to, 2023 m. indeksas pakyla iki 1,65, o 2024 m. iki 1,76, tai iš tiesų signalizuoja ES gebėjimą konkuruoti aukštųjų technologijų segmentuose, tikėtina dėl didėjančių investicijų į inovacijas, žinių sklaidą, tiekimo grandinių politikos ir tarptautinės paklausos suintensyvėjimo. Apibendrinus galima teigti, kad Europos pozicija pasaulinėje aukštųjų technologijų rinkoje išlieka sąlyginai konkurencinga ir rodo lėtą tvirtėjimo tendenciją, tačiau įžvelgiama, kad augimas yra nuosaikus ir atskleisto konkurencinio pranašumo žymių augimo pokyčių nuo 2014 m. nepastebima.

4.3. Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto augimo veiksmų empirinis tyrimas

Empiriniam tyrimui atlikti buvo parinkti 2014 – 2024 m. laikotarpio duomenys pasitelkiant „Eurostat“ (2025), „EBPO“ (2025), „World Trade Organization“ (2025), „Statista“ (2025) duomenų bases. Šie šaltiniai buvo pasirinkti dėl jų detalaus ir aukšto patikimumo lygio. Tyrime pasirinktas priklausomas ir nepriklausomi kintamieji yra pateikti trečiame skyriuje. Vykdamas tyrimą būtina pradėti nuo kiekvieno kintamojo stacionarumo nustatymo, kuris yra reikalingas taikant ekonometrinius metodus. Atliekant stacionarumo nustatymą įvertinama ar dispersija ir kintamųjų vidurkis yra stabilūs per tam tikrą laiką (žr. 4 lentelėje).

4 lentelė. Stacionarumo vertinimas

Kintamasis	Laiko eilutės reikšmė	Modelis			Laiko eilutės integruotumas
		Be poslinkio ir be trendo	Su poslinkiu	Su poslinkiu ir trendu	
Eksportas	Nediferencijuotas	0.9991	0,9607	0,6776	I(1)
	1 kartą diferencijuotas	0,0281			
BVP vienam gyventojui	Nediferencijuotas	0,9999	0,9929	0,9413	I(2)
	1 kartą diferencijuotas	0,1720	0,1409	0,2016	
	2 kartus diferencijuotas	0.0007			
Bendros MTEP išlaidos sektoriuje	Nediferencijuotas	1	0,9965	0,9242	I(2)
	1 kartą diferencijuotas	0,3269	0,2039	0,2863	
	2 kartus diferencijuotas	0,0007			
Asmenys įgiję aukštąjį išsilavinimą	Nediferencijuotas	1	0,9977	0,8012	I(1)
	1 kartą diferencijuotas	0,6934	0,0062		
Asmenys dirbantys aukštųjų technologijų pramonės šakų sektoriuose	Nediferencijuotas	1	0,9981	0,5759	I(2)
		0,5793	0,4609	0,8413	
		0,0033			
Mokslininkai ir inžinieriai		1	1	0,7833	I(1)
		0,6915	0,1792	0,0035	

Asmenys įgiję aukštąjį išsilavinimą ir dirbantys mokslo ir technologijų sektoriuose		1	0,9969	0,7439	I(1)
		0,5715	0,0002		
Investicijos į ilgalaikį turtą		0,9999	0,9504	0,4274	I(1)
		0,0818	0,0264		
Investicijos į intelektinę nuosavybę		0,9847	0,6418	0,0839	I(1)
		0,0047			
Bendros pritrauktos tiesioginės užsienio investicijos		0,1724	0,2656	0,0012	I(0)
Paraiškos Europos Patentų Tarnybai		0,9749	0,8220	0,3896	I(1)
		0,0123			

Atlikus Europos Sąjungos aukštųjų technologijų eksporto modeliui pasirinktų kintamųjų stacionarumo analizę nustatyta, kad daugiausiai nagrinėjamų laiko eilučių yra nestacionarios, o tai reiškia, kad jų vidurkis ir dispersija laikui bėgant kinta. Tik tiesioginių užsienio investicijų santykio su BVP nustatytas stacionarumas $I(0)$, todėl gali būti naudojamas modeliavimo procese be papildomų transformacijų. Tokie kintamieji kaip eksportas, aukštąjį išsilavinimą įgijusių asmenų skaičius, mokslininkų ir inžinierių skaičius, investicijos į ilgalaikį turtą, investicijos į intelektinę nuosavybę bei patentų paraiškos, yra stacionarūs tik diferencijuoti, todėl jie klasifikuojami kaip $I(1)$ proceso laiko eilutės. Tuo metu BVP vienam gyventojui, bendros MTEP išlaidos sektoriuje ir aukštųjų technologijų sektoriuose dirbančių darbuotojų skaičius pareikalavo dvigubo diferencijavimo, kad pasiekti stacionarumą. Tai rodo ilgalaikę jų augimo tendenciją ir yra priskirti $I(2)$ integruotumo laipsniui. Šie rezultatai yra svarbūs ekonometriniam skaičiavimams, nes tokių modelių atlikimas, kaip regresinėje analizėje gali lemti neteisingas ir ekonomiškai nepagrįstas sąsajas. Todėl tolimesnė analizė yra atliekama tik su stacionariomis formomis, kad užtikrinti patikimus modeliavimo rezultatus. Apibendrinus galima teigti, kad atlikus diferencijavimą daugumai rodiklių matomas struktūrinis augimas ir ilgalaikės tendencijos ES aukštųjų technologijų pramonės šakose.

Siekiant įvertinti ryšį tarp priklausomo kintamojo Europos Sąjungos aukštųjų technologijų eksporto apimties ir pasirinktų nepriklausomų kintamųjų, atliekama koreliacinė analizė ir Granger'io priežastingumo testas. Koreliacinė analizė grindžiama Pirsono koreliacijos koeficientu, kuris leidžia įvertinti tiesinio ryšio stiprumą tarp kintamųjų ir statistinę šio ryšio reikšmingumo tikimybę. Granger'io priežastingumo testas taikomas siekiant nustatyti, ar nepriklausomų kintamųjų pokyčiai laiko atžvilgiu statistiškai reikšmingai paaiškina priklausomo kintamojo pokyčius, taip identifikuojant galimus trumpalaikius priežastinius ryšius.

5 lentelė. Koreliacinė analizė

Rodiklis	Pirsono koreliacijos koeficientas (Δ eksportas)	Tikimybė (p)
Δ BVP vienam gyventojui	0,6318	0,0679
Δ Bendros MTEP išlaidos sektoriuje	0,6971	0,0369
Δ Asmenys įgiję aukštąjį išsilavinimą	0,8201	0,0068
Δ Asmenys dirbantys aukštųjų technologijų pramonės šakų sektoriuose	-0,8204	0,0068
Δ Mokslininkai ir inžinieriai	0,2613	0,4970
Δ Asmenys įgiję aukštąjį išsilavinimą ir dirbantys mokslo ir technologijų sektoriuose	0,5824	0,0999
Δ Investicijos į ilgalaikį turtą	0,8489	0,0038
Δ Investicijos į intelektinę nuosavybę	0,4001	0,2859
Bendros pritrauktos tiesioginės užsienio investicijos	0,2120	0,5839
Δ Paraiškos Europos Patentų Tarnybai	0,3146	0,4097

Pirsono koreliacinės analizės rezultatai rodo, kad statistiškai reikšmingi ir stipriausi koreliaciniai ryšiai nustatyti tarp eksporto augimo ir aukštąjį išsilavinimą įgijusių asmenų skaičiaus, bendrų MTEP išlaidų bei investicijų į ilgalaikį turtą pokyčių. Tai lemia šių rodiklių teigiami Pirsono koreliacijos koeficientai ir statistinį reikšmingumą reiškiančios p reikšmės mažesnės už 0,05. Tai leidžia manyti, kad inovacijos, žmogiškasis kapitalas ir ekonomikos išlaidos ilgalaikiam materialiam ir nematerialiam turtui yra susiję su eksporto dinamikos pokyčiais. Aukštųjų technologijų sektoriuose dirbančių darbuotojų skaičiaus pokyčiai pasižymi taip pat statistiškai reikšmingų, tačiau neigiamu koreliaciniu ryšiu su eksporto augimu, kas gali rodyti trumpalaikius struktūrinius prisitaikymo procesus, kai darbo jėgos plėtra ne iš karto paveikia eksporto rezultatus. Tai natūralus procesas, kai aukštųjų technologijų sektoriuose darbuotojų skaičiaus augimas iš pradžių reikalauja investicijų, o ne duoda teigiamą rezultatą. Tuo metu kitų rodiklių, koreliacijos koeficientai yra teigiami, tačiau nėra statistiškai reikšmingi. Tai reiškia, kad šių veiksnių tiesinis ryšys su eksporto augimu negali būti patikimas, o poveikis gali pasireikšti netiesiogiai arba su didesniu laiko vėlavimu.

Galima teigti, kad koreliacinė analizė leidžia nustatyti veiksnus, kurie yra statistiškai susiję su eksporto augimu, tačiau koreliacinis ryšys neleidžia daryti išvadų apie priežastingumą, tai yra tik ryšio identifikavimo matas. Todėl kitame tyrimo etape koreliacinės analizės rezultatai vertinami Granger'io priežastingumo testu, siekiant įvertinti dinامينius ryšius ir poveikį tarp kintamųjų. Šio testo rezultatai pateikti 6 lentelėje.

6 lentelė. Granger'io priežastingumo testas

Nulinė hipotezė	F-statistika	Tikimybė (p)
Δ BVP vienam gyventojui	2.62	0.1662
Δ Bendros MTEP išlaidos sektoriuje	2.58	0.1688

Δ Asmenys įgiję aukštąjį išsilavinimą	0.93	0.3784
$\Delta\Delta$ Asmenys dirbantys aukštųjų technologijų pramonės šakų sektoriuose	12.78	0.0160
Δ Mokslininkai ir inžinieriai	0.65	0.4555
Δ Asmenys įgiję aukštąjį išsilavinimą ir dirbantys mokslo ir technologijų sektoriuose	0.03	0.8684
Δ Investicijos į ilgalaikį turtą	0.82	0.4059
Δ Investicijos į intelektinę nuosavybę	55.46	0.0007
Bendros pritrauktos tiesioginės užsienio investicijos	0.09	0.7801
Δ Paraiškos Europos Patentų Tarnybai	0.77	0.4218

Granger'io priežastingumo testo rezultatai rodo, reikšmingas ryšys nustatytas tarp aukštųjų technologijų sektoriuose dirbančių asmenų skaičiaus pokyčių ir investicijų į intelektinę nuosavybę pokyčių, nes p reikšmė yra mažesnė už 0,05. Tai reiškia, kad šių nepriklausomų kintamųjų praeities reikšmės statistiškai reikšmingai pagerina eksporto augimo prognozę. Kitų veiksnių Granger'io priežastingumo ryšys su eksporto augimu nenustatytas daugiau už 0,05, todėl jų trumpalaikis priežastinis poveikis pasirinktu laikotarpiu negali būti laikomas statistiškai patikimu. Galima teigti, kad aukštųjų technologijų eksporto augimą trumpuoju laikotarpiu labiausiai veikia struktūriniai ir inovaciniai veiksniai, kurių poveikis pasireiškia greičiau nei bendrųjų makroekonominių rodiklių įtaka.

Įvertinus laiko eilučių stacionarumą ryšius ir atlikus koreliacinę analizę ir Granger'io priežastingumo testą, paskutiniame tyrimo etape reikia įvertinti jų poveikį tiesine regresijos analize. Kitaip nei koreliacinė analizė, kuri parodo ryšio kryptį ir stiprumą, regresijos analizė leidžia įvertinti veiksnių poveikį, esant fiksuotai kintamojo reikšmei bei sudaryti prognozinį modelį.

Toliau atliekame tiesinius porinius regresinius modelius su nepriklausomais kintamaisiais, kurie yra statistiškai reikšmingi po Granger'io priežastingumo testo: asmenys dirbantys aukštųjų technologijų pramonės šakų sektoriuose ir investicijos į intelektinę nuosavybę.

7 lentelė. Porinės tiesinės regresijos modelio tarp asmenų dirbančių aukštųjų technologijų pramonės šakų sektoriuose skaičiaus ir ES aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto apimčių rezultatai

Kintamasis	Koeficientas B	Standartinė paklaida	t statistika	p reikšmė
Konstanta	0.061	0.015	4.07	0.005
$\Delta\Delta$ Asmenys dirbantys aukštųjų technologijų pramonės šakų sektoriuose	-3.159	0.832	-3.80	0.007
n (imtis)				9
Determinacijos koeficientas R^2				0.673
Pakoreguotas determinacijos koeficientas R^2				0.626
F statistika (p tikimybė)				14.41 (p = 0.007)

Šis regresinės analizės metodas vertina, kaip eksporto augimas, laiko momentu, priklauso nuo asmenų dirbančių aukštųjų technologijų pramonės šakų sektoriuose augimo greičio pokyčio. Konstanta (0.061) nusako bazinį eksporto augimą, kai darbuotojų augimo greitis nekinta.

Regresijos rezultatai rodo, kad aukštųjų technologijų sektoriaus darbuotojų pokyčiai daro statistiškai reikšmingą poveikį eksporto pokyčiams, taip yra todėl, nes nepriklausomo kintamojo koeficientas yra neigiamas ir reikšmingas ($\beta = -3,159$; $p = 0,007$). Tai reiškia, jog spartesnis darbuotojų augimo tempo pokytis trumpuoju laikotarpiu yra siejamas su aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto augimo sulėtėjimu – didėjant aukštųjų technologijų darbuotojų skaičiui 1 mln. asmenų, eksporto rodikliai mažėja vidutiniškai 3,16 mln. eurų. Verta paminėti, kad analizėje naudojamas antrojo laipsnio eksporto duomenys, tai atspindi darbuotojų pokyčių pagreitį, todėl neigiamas koeficientas interpretuotinas kaip trumpalaikis struktūrinis efektas. Tai galima paaiškinti sparčiais darbuotojų struktūros pokyčiais, kurie sukelia prisitaikymo sąnaudas, o tai laikinai gali paveikti eksporto rezultatus neigiamai. Rezultatai rodo, kad

Gautas porinės regresijos modelis išreiškiamas taip:

$$\Delta \text{Eksportas}_t = 0,061 - 3,159 \cdot \Delta \Delta HT \text{ asmenys} + \varepsilon_t \quad (8)$$

Modelio tinkamumą patvirtina determinacijos koeficientas ($R^2 = 0,673$), kuris rodo, kad apie du trečdalius (67%) eksporto pokyčių variacijos paaiškinama sektoriaus darbuotojų pokyčiais. Modelio tikslumas vertinamas pagal pakoreguotą determinacijos koeficientą, kuris rodo 62,6% tikslumą. F statistika (14,41; $p = 0,007$) leidžia atmesti nulinę hipotezę, todėl modelis laikomas statistiškai reikšmingu. Toliau yra atliekama paklaidų analizė apimanti paklaidų vidurkio, paklaidų dispersijos, normalumo ir autokoreliacijos vertinimai.

8 lentelė. Tiesinio regresijos modelio paklaidų analizė

Paklaidų analizės vertinimas	Rodiklis
Vidurkis	0
Heteroskedastiškumo vertinimas pagal Breusch-Pagan testą	$p = 0.483$
Normalumo vertinimas pagal Shapiro-Wilk testą	$p = 0.549$
Autokoreliacijos vertinimas Durbin-Watson testo tikimybė	2.41 ($p = 0.47$)

Atlikus porinę tiesinės regresijos modelio paklaidų analizę, nustatyta, kad nulinio vidurkio prielaida tenkinama. Heteroskedastiškumo vertinimas atskleidė, kad modelyje Breusch–Pagan testas heteroskedastiškumo požymių nėra ($p > 0,05$). Paklaidų normalumo prielaida šiuo atveju neatmetama pagal Shapiro–Wilk testą ($p > 0,05$), nors dėl labai riboto stebėjimo skaičiaus interpretacija nėra stipri. Autokoreliacijos vertinimas pagal Durbin–Watson statistiką neparodė statistiškai reikšmingos autokoreliacijos ($p > 0,05$), todėl paklaidų nepriklausomumo prielaida laikoma tenkinama.

Apibendrinant galima teigti, kad porinės tiesinės regresijos analizės rezultatai patvirtina statistiškai reikšmingą ryšį tarp aukštųjų technologijų sektoriuose dirbančiųjų skaičiaus pokyčių ir eksporto dinamikos. Gauti rezultatai rodo, jog trumpuoju laikotarpiu spartūs darbuotojų struktūros pokyčiai aukštųjų technologijų sektoriuose gali būti susiję su laikinu eksporto augimo sulėtėjimu. Šios išvados

papildo koreliacinės analizės ir Granger'io priežastingumo testo rezultatus bei patvirtina, kad nagrinėjamas veiksnys turi prognozinę reikšmę eksporto pokyčių kontekste.

Siekiant įvertinti kito nepriklausomo kintamojo poveikį eksporto augimui, sudarytas kitas porinės tiesinės regresijos modelis, kuriame priklausomas kintamasis yra aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto pokytis, o nepriklausomas kintamasis – investicijų į intelektualinę nuosavybę pokytis.

9 lentelė. Porinės tiesinės regresijos modelio tarp investicijų į intelektualinę nuosavybę ir ES aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto apimčių rezultatai

Kintamasis	Koeficientas B	Standartinė paklaida	t statistika	p reikšmė
Konstanta	0.039	0.028	1.37	0.214
Δ Intelektinė nuosavybė	0.390	0.337	1.16	0.286
n (imtis)				9
Determinacijos koeficientas R^2				0.16
Pakoreguotas determinacijos koeficientas R^2				0.04
F statistika (p tikimybė)				1.33(p = 0.286)

Šios regresinės analizės rezultatai parodė, kad investicijų į intelektualinę nuosavybę pokyčiai neturi statistiškai reikšmingo poveikio eksporto augimui tirtu laikotarpiu. Nepriklausomo kintamojo koeficientas yra statistiškai nereikšmingas ($\beta = 0,390$; $p = 0,286$). Investicijų į intelektualinę nuosavybę augimas galėtų teoriškai būti siejamas su eksporto didėjimu, tačiau empirinių duomenų ir analizės pagrindu negalima patvirtinti šio ryšio statistinio reikšmingumo. Galima teigti, kad trumpuoju laikotarpiu investicijų į intelektualinę nuosavybę poveikis eksportui gali būti uždelstas arba atsispindėti per kitus mechanizmus, kurie šiame modelyje nėra vertinami.

Gautas porinės regresijos modelis išreiškiamas taip:

$$\Delta Eksportas_t = 0,039 - 0,390 \cdot \Delta InvIntelektinė + \varepsilon_t \quad (9)$$

Investicijų į intelektualinę nuosavybę pokyčiai tik ribotai paaiškina eksporto variaciją. Determinacijos koeficientas (0,16) rodo, kad tik apie 16 % eksporto pokyčių variacijos paaiškinama investicijų į intelektualinę nuosavybę pokyčiais. Pakoreguotas determinacijos koeficientas rodo žemą tikslumo lygį ir patvirtina modelio ribotumą. F statistika 1,33 ir p reikšmė 0,286 leidžia teigti, kad modelis nėra statistiškai reikšmingas, nulinė hipotezė dėl regresijos koeficientų nereikšmingumo nėra atmetama. Modelis neturi pakankamos prognozinės vertės, todėl toliau nėra atliekama paklaidų analizė.

Apibendrinus galima teigti, kad pastaroji porinės tiesinės regresijos analizė nepatvirtino statistiškai reikšmingo ryšio tarp investicijų į intelektualinę nuosavybę pokyčių ir eksporto augimo tiriamu laikotarpiu. Gauti rezultatai rodo, kad investicijų į intelektualinę nuosavybę poveikis eksportui gali būti netiesioginis arba pasireikšti ilgesniu laikotarpiu. Šiomis išvadomis papildomi Granger'io priežastingumo testo rezultatai ir patvirtinama, kad trumpuoju laikotarpiu investicijos į intelektualinę nuosavybę nėra pagrindinis eksporto augimą lemiantis veiksnys.

4.4. Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto tyrimo apibendrinimas ir diskusija

Tyrimą pradėjus nuo eksporto lyginamosios analizės pagal geografines kryptis, nustatyta, kad JAV yra pagrindinė ir sparčiausiai auganti ES aukštųjų technologijų eksporto rinka per analizuojama laikotarpį. Toliau, atlikus lyginamojo pranašumo vertinimą ir pasitelkus Balassa indeksą, galime teigti, kad ES atskleisto konkurencinio pranašumo žymių augimo pokyčių per analizuojama laikotarpį nepastebima. Tęsiant analizę ir perėjus prie empirinio tyrimo etapo, rezultatai atskleidė, kad aukštųjų technologijų pramonės eksporto skatinimui daro poveikį ne visi pasirinkti ir literatūroje randami veiksniai. Koreliacinė analizė parodė, kad ryšys egzistuoja ir turi įtakos eksportui su MTEP išlaidomis, asmenų įgijusių aukštąjį išsilavinimą skaičiumi, asmenų dirbančių aukštųjų technologijų pramonės šakų sektoriuose skaičiumi ir investicijomis į ilgalaikį turtą. Tyrimo paskutiniuose etapuose atliktas Granger'io priežastingumo testas ir sudaryti poriniai tiesiniai regresijos modeliai, su pastarajame teste reikšmingą ryšį rodančiais nepriklausomais kintamaisiais. Paskutinė analizė parodė, kad tik asmenų dirbančių aukštųjų technologijų pramonės šakų sektoriuose skaičius turi reikšmingą ryšį su ES aukštųjų technologijų eksporto dinamika. Tyrimo analizuotų veiksnių apibendrinimas pateikiamas 10 lentelėje.

10 lentelė. Tyrimo analizuotų veiksnių poveikio apibendrinimas

Analizei pasirinkti veiksniai	Reikšmė eksportui
BVP vienam gyventojui	Ryšys su eksporto augimu nebuvo statistiškai reikšmingas nei vienoje iš atliktų analizių, todėl šio rodiklio poveikis eksporto augimui empiriškai nepatvirtintas.
Bendros MTEP išlaidos sektoriuje	Nustatytas reikšmingas ryšys koreliacinėje analizėje, tačiau Granger'io priežastingumo testas nepatvirtino trumpalaikio priežastinio poveikio eksporto augimui, todėl šio veiksnio poveikis laikytinas netiesioginiu. MTEP išlaidų poveikis eksportui gali pasireikšti nebent ilgesniu laikotarpiu.
Asmenys įgiję aukštąjį išsilavinimą	Nustatytas reikšmingas ryšys koreliacinėje analizėje, tačiau Granger'io priežastingumo testas nepatvirtino trumpalaikio priežastinio poveikio eksporto augimui, todėl šio veiksnio poveikis laikytinas netiesioginiu. Asmenų įgijusių aukštąjį išsilavinimą poveikis eksportui gali pasireikšti nebent ilgesniu laikotarpiu.
Asmenys dirbantys aukštųjų technologijų pramonės šakų sektoriuose	Koreliacinė analizė ir Granger'io priežastingumo testas parodė statistiškai reikšmingą poveikį eksporto augimui. Porinė tiesinė regresijos analizė patvirtino neigiamą trumpalaikį poveikį eksporto rodikliams. Didėjant aukštųjų technologijų darbuotojų skaičiui 1 mln. asmenų, eksporto rodikliai mažėja vidutiniškai 3,16 mln. eurų.
Mokslininkai ir inžinieriai	Ryšys su eksporto augimu nebuvo statistiškai reikšmingas nei vienoje iš atliktų analizių, todėl šio rodiklio poveikis eksporto augimui empiriškai nepatvirtintas.
Asmenys įgiję aukštąjį išsilavinimą ir dirbantys mokslo ir technologijų sektoriuose	Ryšys su eksporto augimu nebuvo statistiškai reikšmingas nei vienoje iš atliktų analizių, todėl šio rodiklio poveikis eksporto augimui empiriškai nepatvirtintas.
Investicijos į ilgalaikį turtą	Nustatytas reikšmingas ryšys koreliacinėje analizėje, tačiau Granger'io priežastingumo testas nepatvirtino trumpalaikio priežastinio poveikio eksporto augimui, todėl šio veiksnio poveikis laikytinas netiesioginiu. Investicijų į ilgalaikį turtą

	poveikis eksportui gali pasireikšti nebent ilgesniu laikotarpiu.
Investicijos į intelektinę nuosavybę	Nors koreliacinė analizė neatskleidė statistiškai reikšmingo tiesinio ryšio, tačiau Granger'io priežastingumo testas parodė reikšmingą poveikį eksporto augimui su laiko vėlavimu. Tą patvirtino porinė tiesinė regresijos analizė, kuri statistiškai reikšmingo trumpalaikio poveikio eksporto augimui neatspindėjo.
Bendros pritrauktos tiesioginės užsienio investicijos	Ryšys su eksporto augimu nebuvo statistiškai reikšmingas nei vienoje iš atliktų analizių, todėl šio rodiklio poveikis eksporto augimui empiriškai nepatvirtintas.
Paraiškos Europos Patentų Tarnybai	Ryšys su eksporto augimu nebuvo statistiškai reikšmingas nei vienoje iš atliktų analizių, todėl šio rodiklio poveikis eksporto augimui empiriškai nepatvirtintas.

Analizuojamo atlikto tyrimo su literatūros analizėje rastais jau atliktais tyrimais sąsają apibendrinimas:

- Apie MTEP išlaidų teigiamą efektą aukštųjų technologijų pramonės šakų eksportui mokslinėje literatūroje aptarinėjo daug autorių. Braja (2020) ir Habencko (2023) išskyrė tai kaip vieną iš pagrindinių veiksnių bei ragino valstybes ir privatų sektorių kuo daugiau investuoti į MTEP. Verta paminėti, kad vien tai, kad pagal technologinį MTEP intensyvumo rodiklį yra identifikuojamai aukštųjų technologijų sektoriai, tai savaime suteikia šiam veiksmui didelę reikšmę. Analizuojant valstybiniu lygmeniu, Sisatzky (2024), išskyrė valstybių lyderiaujančių investicijomis į MTEP ryškų aukštųjų technologijų eksporto pranašumą. Privačių įmonių lygmeniu atliktas Sahoo ir kt. (2025) tyrimas parodė, kad jų investicijos į MTEP turi reikšmę aukštųjų technologijų pramonės šakų eksportui. Tačiau kalba apie tai, kad vienoje įmonėje, eksporto potencialo stiprinimui pasitelkiamas MTEP, o kitur darbuotojų mokymai. Apie didesnę žmogiškojo kapitalo reikšmę, nei tiesioginių investicijų į MTEP svarbą taip pat kalbėjo ir D'Angelo (2010). O Sandua ir Ciocanel (2014) pastebėjo teigiamą koreliaciją tarp bendrųjų MTEP išlaidų ir aukštųjų technologijų eksporto lygio. Tačiau, verta paminėti, kad lyginant duomenis tarp ES valstybių narių nustatyta, kad privačių MTEP išlaidų poveikis buvo didesnis nei viešųjų. Tam antrino ir „Eurostat“ (2024) išleistas straipsnis, kuriame teigiama, kad mažas privataus sektoriaus MTEP finansavimas yra pagrindinė priežastis, kodėl Europa atsilieka nuo JAV ir Japonijos inovacijų produktyvumo požiūriu. Nors ir bendros MTEP išlaidos sektoriuje turi ryšį su eksportu, o viešasis sektorius daug investuoja į MTEP, tačiau tas ryšys nėra pakankamai stiprus, nes nėra koreliacijos tarp privataus sektoriaus ir viešojo sektoriaus MTEP išlaidų. Todėl mūsų tyrimas pakankamai reikšmingo ryšio ir nepatvirtino. Ateityje atliekant tyrimus, reikėtų įsivertinti atskirai viešąsias ir privačias MTEP išlaidas, bei galbūt jas išskirti į dar smulkesnes kategorijas, kad nustatyti tikslią sąsają su investicijomis į konkrečią MTEP sritį. Galima daryti išvadą, kad bendros MTEP išlaidos yra per platus kintamasis empiriniam tyrimui.
- Žmogiškasis kapitalas yra taip pat vienas svarbiausių literatūroje minimų veiksnių, didelę įtaką turinčių aukštųjų technologijų eksportui. Kaip vieną iš žmogiškąjį kapitalą sudarančių dalių – universitetų absolventų skaičių, veikiančių eksporto plėtrą išskyrė „*Journal of the Knowledge Economy*“ (2023) straipsnis. Mulliqi (2021) savo tyrime antrina, kad ES mastu atlikus tyrimus rezultatai parodė, kad aukštasis išsilavinimas yra vienas svarbiausių eksporto plėtos veiksnių. Tačiau pabrėžė, kad šis efektas pasireiškia tik tarp ekonomiškai labiau

išsivysčiusių valstybių narių, dėl įgūdžių atitikimo rinkos poreikiams ir aukštųjų technologijų sektoriaus išsivystymo lygio. Aukštojo išsilavinimo teigiamam poveikiui pritarė ir Zapata ir kt. (2024) savo empiriniame tyrime, tačiau pabrėžė ilgalaikį ekonomikos augimo ir eksporto rezultata. Todėl galima daryti išvadą, kad mūsų tirtas trumpalaikis poveikis nebuvo pakankamai reikšmingas, nes universitetų absolventų indėlis į eksportą atsiskleidžia tik ilgesnėje perspektyvoje, įgijus daugiau praktinės patirties ir kompetencijų. Taip pat, verta atkreipti dėmesį ir vertinti rezultatus atsargiai, dėl pasireiškiančio teigiamo poveikio ne visose valstybėse dėl ekonominio išsivystymo lygio.

- Investicijų į ilgalaikį turtą rodiklis parodo, kiek ES ekonomikoje per tam tikrą laikotarpį yra investuojama į materialų ir nematerialų ilgalaikį turtą. Zapata ir kt. (2024) savo pasiūlyto modelio ekonometrinėje analizėje patvirtino ir nustatė ryšį tarp aukštųjų technologijų gamybos eksporto ir bendrojo pagrindinio kapitalo formavimo. Verta paminėti, kad toks šiam rodikliui priskiriamas toks materialus turtas, kaip IT modernizavimas arba investicijos į dirbtinį intelektą yra pateikiamas Lo ir Lee (2024) bei Liu ir kt. (2025) tyrimuose kaip veiksniai darantys įtaką aukštųjų technologijų eksportui. Taip pat, skaitmenizacijos teigiami ryšiai buvo tirti ir Braja (2020), Özsoy (2022). O infrastruktūros svarbą pabrėžė „Vision Research Reports“ (2023) ataskaita ir Sisatzky (2024) savo apžvalginiuose straipsniuose. Kadangi šiam rodikliui priskiriama ir intelektinė nuosavybė, galime daryti prielaidą, kad dėl to koreliacinė analizė parodė egzistuojantį teigiamą ryšį, tačiau po to ieškant priežastinių ryšių Granger’io testu, šio veiksnio reikšmingumas nebuvo pakankamas, o investicijų į intelektinę nuosavybę kintamasis pastarojo testo metu patvirtino šią išvadą.
- Mokslinėje literatūroje taip pat išskiriamos investicijos į intelektinį turtą. Pavyzdžiui, Bagna ir kt. (2021) tyrimo rezultatai atskleidė, kad aukštųjų technologijų įmonių eksportą lemia nematerialaus turto valdymas, ypač patentų. Meral (2019) pateiktose tyrimo išvadose, Europos Sąjungos šalys, kurios skatina didesnes investicijas į MTEP bei naujų patentų kūrimą, pasiekia reikšmingą aukštųjų technologijų eksporto augimą. Galima teigti, kad intelektinė nuosavybė iš dalies yra investicijų į MTEP sritis rezultatas, dėl tos priežasties ir atsiranda poreikis investuoti į intelektinę nuosavybę. Svarbu suprasti, kad yra skirtumas tarp šių veiksmų, MTEP yra investicija į kūrimą, o intelektinė nuosavybė yra investicija į jau sukurtos vertės apsaugą ir realizavimą. Kitaip sakant, šios investicijos padeda gauti ekonominę naudą ir eksportas yra vienas iš tokių šaltinių. Nors koreliacinė analizė neparodė reikšmingos koreliacijos ryšio tarp investicijų į intelektinę nuosavybę ir aukštųjų technologijų eksporto, tačiau Granger’io priežastingumo testas atskleidė reikšmingą prognozinį ryšį. Tai leidžia manyti, kad šių investicijų poveikis eksportui neturi momentinio poveikio, kuris gali pasireikšti vėlesniais laikotarpiais. Galima daryti prielaidą, kad intelektinės nuosavybės investicijos veikia kaip prevencija prieš nukopijavimo rizikas pasaulinėje rinkoje, todėl produktai tampa pranašesni arba sunkiau pakeičiami bei turi didesnę pridėtinę vertę, tokiu būdu skatindami eksportą. Verta paminėti, kad apie investicijų į intelektinį turtą netolygumo tarp valstybių problematiką rašoma EBPO (2024) „*Productivity Indicators*“ ataskaitoje. Todėl atliktas tyrimas Europos Sąjungos mastu, galėjo reikšmingos sąsajos su aukštųjų technologijų pramonės šakų eksportu nepatvirtinti. Atskirų valstybių narių įmonės labai skirtingai paskirsto investicijas, dėl to bendri ES vidurkiai ne visada atspindi realius tarpusavio ryšius. Šiame tyrime pateiktus rezultatus reiktų vertinti atsargiai ir būtų efektyviau giliau tirti atskirų valstybių lygmeniu.

- Atlikto empirinio tyrimo metu gauti rezultatai atskleidė, kad asmenų dirbančių aukštųjų technologijų pramonėje skaičius turi statistiškai reikšmingą neigiamą poveikį eksporto rezultatams po 1 metų. Tai gali reikšti, kad trumpuoju laikotarpiu aukštųjų technologijų pramonės darbuotojų augimas gali turėti neigiamą poveikį eksportui dėl įvairaus gamybos ir inovacijų struktūros įmonėse persikirstymo, prisitaikymo kaštų ir darbuotojų sąnaudų, kas lemia produktyvumo kritimą. Nors literatūroje dažniau akcentuojamas teigiamas žmogiškojo kapitalo ir darbuotojų sektoriuje vaidmuo aukštųjų technologijų eksportui Zapata ir kt. (2024) bei D'Angelo (2010) tyrimuose, tačiau viename iš Europos Centrinio Banko (2014) straipsnyje empirinio tyrimo rezultatai parodė panašius neigiamus aukštųjų technologijų sektoriaus užimtumo poveikio eksporto dinamikai rezultatus. Tyrime teigiama, kad spartus aukštos kvalifikacijos darbo jėgos augimas trumpuoju laikotarpiu gali lemti produktyvumo ir darbo kaštų disbalansą. Taip įvyksta dėl prisitaikymo kaštų, tokių kaip darbuotojų įvedimo į gamybos procesus bei organizacinių pasikeitimų, o tai lemia laikiną darbo sąnaudų vienetui padidėjimą (angl. *unit labor costs*). Tai yra rodiklis nurodantis vidutines darbo sąnaudas, reikalingas vienam produkcijos vienetui pagaminti, kuris yra apskaičiuojamas kaip bendro darbo užmokesčio per dirbtą valandą santykis su produkcijos kiekiu per dirbtą valandą. Darbo sąnaudos vienam vienetui yra reikšmingas eksporto konkurencingumą veikiantis veiksnys, o trumpalaikis šių kaštų padidėjimas gali neigiamai paveikti aukštųjų technologijų pramonės eksportą į regionus, kur yra didelė konkurencija. Šie rezultatai ir išvados yra pagrįsti ekonomine logika ir atskleidžia, kodėl darbuotojų šiame sektoriuje augimo poveikis eksportui gali skirtis trumpuoju ir ilguoju laikotarpiais.

Ekonometrinės dalies tyrimui atlikti buvo pasirinktas 10 metų laikotarpis, tam kad būtų galima įžvelgti tendencijas. Tačiau atlikus diferencijavimą, kuris būtinas ekonometrinėje dalyje, liko tik 9 imtys. Dėl to, bet koks rezultatų interpretavimas yra labai atsargus, tačiau parinkti ilgesnio laikotarpio duomenys tyrimui suteiktų galimybę tiksliau interpretuoti rezultatus. Norima pabrėžti, kad empiriniame tyrime koreliacinė analizė buvo pasitelkta tik kaip indikacinė priemonė, o galutinei analizei veiksmų pasirinkimas paremtas Granger'io testu. Paskutiniame etape atliktos porinės regresijos rezultatai interpretuojami kaip tiesiniai statistiniai ryšiai tarp analizuojamų kintamųjų ir yra naudojami kaip galutinis rezultatas šiame tyrime ir papildomas empirinis pagrindas tolesniems tyrimams ir regresinei analizei. Nustatyto scenarijaus rezultato, prie kurios galima buvo prieiti atlikus tiesinės regresijos metodą, yra tai, kad didėjant aukštųjų technologijų darbuotojų skaičiui ES 1 mln. asmenų, eksporto rodikliai mažėja vidutiniškai 3,16 mln. eurų.

Atliekant empirinį tyrimą buvo siekiama nustatyti statistiškai reikšmingus trumpalaikius ryšius tarp Europos Sąjungos aukštųjų technologijų eksporto augimo ir dalies nagrinėtų makroekonominių bei inovacinių veiksmų rodiklių. Tačiau taikant koreliacinės analizės, Granger'io priežastingumo testo ir porinės regresijos ekonometrinius metodus nustatytos ribotos galimybės identifikuoti kompleksinius ir ilgalaikius struktūrinius ryšius tarp kintamųjų. Atsižvelgiama į tai, kad tolimesni tyrimai galėtų būti koncentruoti į daugialypės tiesinės regresijos modelių taikymą, leidžiantį vienu metu įvertinti kelių veiksmų poveikį bendrijos aukštųjų technologijų eksportui ir kontroliuoti tarpusavio sąveikas bei galimą multikolinearumą. Taip pat, verta pasirinkti tokius duomenų šaltinius, kurie pateiktų kuo ilgesnio laikotarpio duomenis, pavyzdžiui bent 20 metų. Įsivertinant tai, kad taikant diferencijavimą laiko eilučių analizėje prarandami pirmieji stebiniai, nes pokyčiai negali būti įvertinti laikotarpio pradžioje, todėl dalis pradinių reikšmių tampa neapibrėžti ir toliau neanalizuojami. Papildant metodologinę analizę būtų tikslinga toliau taikyti panelinių duomenų kointegracijos ir daugialypės

regresijos metodus, kurie leistų atskirti trumpalaikius ryšius nuo ilgalaikių tendencijų ir įvertinti heterogeniškumą bei skirtumus tarp Europos Sąjungos valstybių. Taip pat, kituose tyrimuose galima atlikti skirtingų aukštųjų technologijų veiklų arba tarptautinius palyginimus, kurie padėtų tiksliau įvertinti eksporto specifiškumą platesniame ekonominiame kontekste. Kitiškai vertinant empirinio tyrimo rezultatus, galime teigti, kad nors ir rezultatai yra patikimi ir aktualūs, tačiau vykdant tyrimą susidurta su duomenų ir metodikos apribojimais – prieigos prie patikimų duomenų trūkumo bei praktinio empirinių metodų taikymo įgyvendinimo.

Apibendrinus empirinės dalies rezultatus galima teigti, kad nors Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų augimas turi tam tikrą ryšį su bendromis MTEP išlaidomis sektoriuje, asmenų įgijusių aukštąjį išsilavinimą skaičiaus ir investicijomis į ilgalaikį turtą, tačiau jų poveikis nėra pakankamai stiprus ir patikimai svarbus. Taip pat buvo nustatytas ryšys su investicijomis į intelektinį turtą, bet jis nebuvo stabilus ar pakankamai stiprus, kad pasitvirtintų galutiniame regresijos modelyje. Tai gali būti traktuojama, kaip netiesioginis arba nuo konteksto priklausantis veiksnys, kuris negali būti priskiriamas pagrindiniams eksportą lementiams veiksniams, bet tam tikrais laiko etapais gali turėti informacinės vertės. Vienintelis patikimą ir statistiškai pagrįstą įtaką turintis veiksnys yra asmenų dirbančių aukštųjų technologijų pramonėje skaičius. Šis neigiamą reikšmę turintis veiksnys siejamas su trumpuoju laikotarpiu atsirandančiais pokyčiais analizuojamuose sektoriuose, kai yra pakankamai sparčiai investuojama į specialistų skaičių, dėl ko laikinu periodu eksporto augimas sulėtėja dėl patiriamų didesnių sąnaudų ir prisitaikymo laiko. Siekiant išsamiau suprasti perspektyvių eksporto augimą lemiančių veiksnių poveikį, būtina atlikti gilesnę analizę ir tolimesnius tyrimus.

Išvados

1. Atlikus Europos Sąjungos aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto plėtros analizę, nustatyta, kad pagrindinė šios rinkos produktų eksporto kryptis ir didžiausias eksporto apimties augimą demonstruoja Jungtinės Amerikos Valstijos. Joms teko net 31 % viso ES aukštųjų technologijų pramonės eksporto. Po ketverių metų iš eilės fiksuoto prekybos deficito šio sektoriaus prekyba perėjo į 23 mlrd. eurų perteklių praėjusiais metais, o svarbiausia eksporto produktų grupė išlieka farmacijos pramonė. Verta paminėti, kad artimiausiu metu, eksportas į Jungtines Amerikos Valstijas gali susidurti su neigiamu poveikiu, dėl naujų eksporto šia kryptimi suvaržymo politikos iniciatyvų kylančių dėl naujos JAV vyriausybės.

Aukštųjų technologijų rinka pasižymi ypatingai dideliu potencialu, kadangi prognozuojama šios rinkos apimtis per artimiausią dešimtmetį gali išaugti beveik trimis kartais, lygiai taip pat kaip ir prognozuojamas ES šio sektoriaus eksportas. Šio sektoriaus eksporto plėtra pasižymi struktūriniu augimu, tačiau išlieka jautri tiek išoriniams, tiek vidiniams veiksniams. Yra pastebimas nuosaikumas, tačiau netolygus augimas, kurį lemė reikšmingi struktūriniai ir cikliniai svyravimai. Literatūroje ES yra pateikiama kaip pakankamai konkurencinga šiame sektoriuje, tačiau atliktas praktinis konkurencinio pranašumo vertinimas per pastarąjį dešimtmetį leidžia daryti prielaidą, kad žymių augimo šio kriterijaus augimo nepastebima. Nors augantis aukštųjų technologijų pramonės eksportas prisideda prie bendrijos ekonominio konkurencingumo stiprinimo globaliu mastu, tačiau didėjanti konkurencija, priklausomybė nuo aukštos vertės grandinių bei ribotas inovacijų bei reguliacinių prisitaikymų greiti leidžia daryti išvadą, kad eksporto plėtra nėra savaime didėjantis procesas. Tai reikalauja daug į inovacijas, produktyvumą ir struktūrinį vientisumą nukreiptos struktūrinės politikos sąveikos. Dėl to aukštųjų technologijų pramonės pagaminti produktai yra labai svarbi Europos Komisijos politikos tikslų dalis.

2. Ekonominės veiklų rūšys, priskiriamos aukštosioms technologijoms yra: farmacijos; kompiuterių, elektronikos ir optinių prietaisų; oro ir kosmoso pramonės. Išanalizavus šių aukštųjų technologijų pramonės šakų vaidmenį, nustatyta, kad tai yra strategiškai svarbi ekonomikos augimo dalis, suteikiantis didelę reikšmę ilgalaikiam konkurencingumui, technologinei nepriklausomybei bei integracijai į aukštos pridėtinės vertės tiekimo grandines pasaulyje. Šių technologijų eksportas prisideda prie produktyvumo augimo ir inovacijų sklaidos suteikiantis tvirtas ES pozicijas globaliu mastu pasitelkiant technologinį pranašumą. Turbūt svarbiausia šios pramonės pranašumo funkcija yra susijusi su ypač aktuali ES ekonominio atsparumo ir strateginės autonomijos aspektu.

Teorinėje literatūroje išskiriami pagrindiniai endogeniniai ir egzogeniniai teigiamą poveikį aukštųjų technologijų pramonės šakų eksportui darantys veiksniai. Daugiausiai analizuojami tokie egzogeniniai ekonomikos elementai kaip mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros išlaidos, darbo jėgos kvalifikacija, tiesioginės užsienio investicijos, valstybinė politika, prekybos partnerių paklausa, infrastruktūra, kariniai konfliktai ir ekonomikos išsivystymo lygis. Endogeniniams veiksniams yra priskiriamos privačios mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros išlaidos, žmogiškasis kapitalas, technologinė infrastruktūra, inovacijų strategija ir kultūra, investicijos į materialų ir nematerialų turtą. Taip pat verta išskirti sąveiką tarp įvairių veiksnių bei jų prisitaikymą prie išorinių pokyčių pasaulyje.

3. Atlikus Europos Sąjungos Europos Sąjungos aukštųjų technologijų eksporto pagrindinių kryptų analizę, nustatyta, kad pagrindinė šio eksporto dalis yra nukreipta į ekonomiškai išsivysčiusias valstybes. Didžiausia ES eksporto partnerė yra Jungtinės Amerikos Valstijos, antroje vietoje Kinija, toliau seka Jungtinė Karalystė, Šveicarija ir Japonija. Šios rinkos yra pasižyminčias aukšta technologijų paklausa ir intensyvia globalia konkurencija. Atlikus ES aukštųjų technologijų konkurencinio pranašumo tyrimą ir remiantis Balassa indekso skaičiavimo metodais, nustatyta, kad nuo 2014 iki 2024 indeksas nežymiai didėjo nuo 1,58 – 1,76. Todėl galima teigti, kad ES konkurencinis pranašumas šioje srityje yra nežymus, o ryškesnių augimo pokyčių nuo 2014 m. nepastebėta. Tačiau, galima teigti, kad Europos pozicija pasaulinėje aukštųjų technologijų rinkoje išlieka sąlyginai stipri ir stabili, nes pranašumas yra grindžiamas technologiniu ir inovaciniu pajėgumu, o ne kainos konkurencija. Todėl atsiranda jautrumas išoriniams paklausos svyravimams ar kitiems globalios konkurencinės aplinkos pokyčiams.
4. Vykdamas empirinį tyrimą ir taikant statistinius ir ekonometrinius metodus buvo parinkti 10 skirtingų nepriklausomų kintamųjų. Jie literatūroje buvo pateikti, kaip ES aukštųjų technologijų eksporto apimtys lemiantys endogeniniai ir egzogeniniai veiksniai, atsižvelgiant į prieigą prie patikimų duomenų. Pirmoje empirinio tyrimo dalyje atliktos koreliacinės analizės rezultatai parodė, kad tik dalis analizuojamų veiksnių pasižymėjo statistiškai reikšmingu ryšiu su eksporto dinamika. Bendros MTEP išlaidos sektoriuje, asmenų įgijusių aukštąjį išsilavinimą skaičius ir investicijos į ilgalaikį turtą atskleidė teigiamą, o asmenų dirbančių aukštųjų technologijų pramonės šakų sektoriuose neigiamą reikšmingą koreliaciją. Kitame etape atliktas Granger'io priežastingumo testas pasitvirtino asmenų dirbančių aukštųjų technologijų pramonės šakų sektoriuose skaičiaus ir investicijų į intelektualinį turtą reikšmingus prognozinis ryšius su eksporto pokyčiais. Tačiau verta paminėti, kad atskleisti ryšiai yra labiau trumpalaikiai nei ilgalaikiai ir struktūriniai. Remiantis šiais rezultatais ir atlikus tiesinės porinės regresijos modelius buvo nustatytas esantis sąlyginai stiprus neigiamas ryšys tarp ES aukštųjų technologijų eksporto apimčių pokyčių ir asmenų dirbančių aukštųjų technologijų pramonės šakų sektoriuose. Rezultatai parodė, kad didėjant aukštųjų technologijų darbuotojų skaičiui bendrijoje 1 mln. asmenų, eksporto rodikliai mažėja vidutiniškai 3,16 mln. eurų. Tai gali būti aiškinama kaip padidėjusių sąnaudų ir kaštų vienas darbuotojui, kad pagaminti vieną produkto vienetą. Ši tyrimo dalis neparodė investicijų į intelektualinį turtą reikšminio poveikio ES eksporto rodikliams.

Rekomendacijos

Remiantis atliktu baigiamuoju projektu ir atsižvelgiant į tyrimo rezultatus yra rekomenduotina Europai skatinti pačių aukštųjų technologijų įmonių įsitraukimą ir investavimą į MTEP veiklas, o ne tik pasikliauti valstybinėmis išlaidomis šioje srityje. Labai aktualu šių dienų kontekste didinti teigiamą sąveiką tarp ES globalaus konkurencingumo ilguoju laikotarpiu ir įvairių reguliacinių bei su tvarumu susijusių politikų. Bendrija, dėl kritikos nukreiptos į barjerų kūrimo aukštųjų technologijų pramonės įmonėms siekiant didesnio reguliavimo ir įvairių rizikų prevencijos turėtų sparčiau prisitaikyti prie globalių tendencijų ir taip skatinti greitesnę inovacijų pavertimą eksporto rezultatais. Svarbu pabrėžti, kad remiantis atliktu tyrimu, didelis dėmesys turi būti skiriamas inovacijų efektyvumo ir produktyvumo skatinimui, siekiant, kad žmogiškasis kapitalas trumpuoju laikotarpiu nesudarytų neigiamų eksporto kaštų efekto. O skatinamas vienodas ekonomikos išsivystymo lygis

tarp valstybių narių ir investicijos į intelektinį turtą Europos Sąjungos valstybėse, galėtų užtikrinti tvarų aukštųjų technologijų pramonės šakų eksporto augimą ilgalaikėje perspektyvoje.

Literatūros sąrašas

1. Bagna, E., Cotta Ramusino, E., & Denicolai, S. (2021). Innovation through Patents and Intangible Assets: Effects on Growth and Profitability of European Companies. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(4), 220. <https://doi.org/10.3390/joitmc7040220>
2. Braja, M., & Gemzik-Salwach, A. (2020). Competitiveness of high-tech exports in the EU countries. *Journal of International Studies*, 13(1), 359–372. <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2020/13-1/23>
3. Carmine, B. (2022). The Evolution of High Tech Companies over the Years: Some Definitions and Difference between Market-oriented Companies and Innovation-oriented Companies. *International Journal of Economics, Business and Management Research*, 06(12), 30–41. <https://doi.org/10.51505/IJEBMR.2022.61203>
4. D'Angelo, A. (2012). Innovation and export performance: A study of Italian high-tech SMEs. *Journal of Management & Governance*, 16(3), 393–423. <https://doi.org/10.1007/s10997-010-9157-y>
5. Drapkin, I. M., Gainetdinova, A. A., & Panzabekova, A. Zh. (2021). Determinants of High-tech Export in CEE and CIS Countries. *Economy of Region*, 17(2), 486–501. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-2-10>
6. Ehrenberg, R. G., & Milkovich, G. T. (1987). Compensation and Firm Performance. NBER Working Papers, Article 2145. Prieiga per internetą: <https://ideas.repec.org/p/nbr/nberwo/2145.html>
7. Ekananda, M., & Parlinggoman, D. J. (2017). The Role of High-Tech Exports and of Foreign Direct Investments (FDI) on Economic Growth. *European Research Studies*, XX(4A), 194–212. Prieiga per internetą: <https://ersj.eu/dmdocuments/2017-xx-4-a-13.pdf>
8. Epicoco, M. (2021). Technological Revolutions and Economic Development: Endogenous and Exogenous Fluctuations. *Journal of the Knowledge Economy*, 12. <https://doi.org/10.1007/s13132-020-00671-z>
9. ErsiN, Ö., Ustabaş, A., & Acar, T. (2022). THE NONLINEAR EFFECTS OF HIGH TECHNOLOGY EXPORTS, R&D AND PATENTS ON ECONOMIC GROWTH: A PANEL THRESHOLD APPROACH TO 35 OECD COUNTRIES. *Romanian Journal of Economic Forecasting*. Prieiga per internet: https://ipe.ro/rjef/rjef1_2022/rjef1_2022p26-44.pdf
10. Gaipov, J., Fayzieva, M., Makhmudov, S., Urinov, B., & Xodjayeva, J. (2024). The Influencing Factors of High-Technology Industries in the Global Market. *Proceedings of the 7th International Conference on Future Networks and Distributed Systems*, 58–64. <https://doi.org/10.1145/3644713.3644722>
11. Haaf, A., Hofmann, S., & Schüler, J. (2021). Measuring the Economic Footprint of the Biotechnology Industry in Europe. *Industrial Biotechnology*, 17(3), 117–124. <https://doi.org/10.1089/ind.2021.29249.aha>
12. Habenko, M. (2023). Export of high-tech goods in the context of innovation transfer for social-economic development: Factor analysis. *SocioEconomic Challenges*, 7(2), 152–160. [https://doi.org/10.21272/sec.7\(2\).152-160.2023](https://doi.org/10.21272/sec.7(2).152-160.2023)
13. Hou, B., Zhu, Y., Hong, J., Wei, J., & Wang, S. (2024). Firm density and entrepreneurship in national high-tech zones: The moderation role of national high-tech zone age. *International Journal of Emerging Markets*, 20(9), 3697–3720. <https://doi.org/10.1108/IJOEM-04-2022-0643>

14. Yang, W., Zheng, X., Yang, Y., Yang, W., Zheng, X., & Yang, Y. (2024). Impact of Environmental Regulation on Export Technological Complexity of High-Tech Industries in Chinese Manufacturing. *Economies*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/economies12020050>
15. Jurak, A. P. (2021). The importance of high – Tech companies for EU economy – Overview and the EU grand strategies perspective. *Research in Social Change*, 12(3), 32–52. <https://doi.org/10.2478/rsc-2020-0013>
16. Khan, Y., & Hassan, T. (2024). Promoting sustainable development: Evaluating the influence of natural resources, high-tech export and corruption on CO2 emissions in developing economies. *Resources Policy*, 88, 104511. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104511>
17. Liu, J., Qin, C., & Chu, X. (2025). Development of corporate artificial intelligence and the quality of export products. *Finance Research Letters*, 78, 107217. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2025.107217>
18. Lo, C. P., & Lee, Y. (2024). Digitalization, AI Intensity, and International Trade. *ANNALS OF ECONOMICS AND FINANCE*. Prieiga per internetą: <http://aeconf.com/Articles/May2024/aef250108.pdf>
19. Meral, Y. (2019). High technology export and high technology export impact on growth. *International Journal of Business Ecosystem & Strategy* (2687-2293), 1(3), 32–38. <https://doi.org/10.36096/ijbes.v1i3.283>
20. Mulliqi, A. (2021). The role of education in explaining technology-intensive exports: A comparative analysis of transition and non-transition economies. *Eastern Journal of European Studies*, 12(1), 141–172. Prieiga per internetą: <https://ideas.repec.org/a/jes/journal/y2021v12p141-172.html>
21. Navarro Zapata, A., Arrazola, M., & de Hevia, J. (2024). Determinants of High-tech Exports: New Evidence from OECD Countries. *Journal of the Knowledge Economy*, 15(1), 1103–1117. <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01116-z>
22. Özsoy, S., Ergüzel, O. Ş., Ersoy, A. Y., & Saygılı, M. (2022). The impact of digitalization on export of high technology products: A panel data approach*. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 31(2), 277–298. <https://doi.org/10.1080/09638199.2021.1965645>
23. Qassoom, M. (2023). The Impact of High-Tech on the Global Economy in General and the Israeli Economy in Particular: The perspective of Public Sector Employees. <https://doi.org/10.14293/PR2199.000014.v1>
24. Salikhova, E. (2024). High-Tech Industry in the EU: Policy, Economy, Statistics. *Statistics of Ukraine*, 106, 27–38. [https://doi.org/10.31767/su.3\(106\)2024.03.02](https://doi.org/10.31767/su.3(106)2024.03.02)
25. Shang, M., Yao-Ping Peng, M., Khalid Anser, M., Imran, M., Nassani, A. A., Binsaeed, R. H., & Zaman, K. (2024). Evaluating the U-shaped environmental kuznets curve in China: The impact of high technology exports and renewable energy consumption on carbon emissions. *Gondwana Research*, 127, 272–287. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2023.08.013>
26. Sledziewska, K., & Akhvlediani, T. (2017). What Determines Export Performances in High-tech Industries. *Central European Economic Journal*, 1. <https://doi.org/10.1515/ceej-2017-0006>
27. Song, M., Kim, B., Song, M., & Kim, B. (2024). An Analysis of Critical Factors Affecting the Success of Open Innovation Strategies in High-Tech Firms: The Case of South Korea. *Administrative Sciences*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/admsci14110274>

28. Srholec, M. (2007). High-Tech Exports from Developing Countries: A Symptom of Technology Spurts or Statistical Illusion? *Review of World Economics*, 143(2), 227–255. <https://doi.org/10.1007/s10290-007-0106-z>
29. Tello-Gamarra, J., Gutierrez, D., Hernani-Merino, M., & Zevallos, J. (2024). Technological intensity and innovation capability: Evidence from an emerging country. *International Journal of Innovation Science*. <https://doi.org/10.1108/IJIS-11-2023-0255>
30. The impact of Artificial Intelligence on productivity, distribution and growth: Key mechanisms, initial evidence and policy challenges (OECD Artificial Intelligence Papers No. 15; OECD Artificial Intelligence Papers, T. 15). (2024). <https://doi.org/10.1787/8d900037-en>
31. Wang, X., Lee, Z., & Xie, X. (2023). Examining the impact of high technology exports on environmental sustainability? An empirical insight. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 36(3), 2195475. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2023.2195475>
32. Zawislak, P. A., Fracasso, E. M., & Tello-Gamarra, J. (2018). Technological intensity and innovation capability in industrial firms. *Innovation & Management Review*, 15(2), 189–207. <https://doi.org/10.1108/INMR-04-2018-012>
33. Zhao, R. (2019). Technology and economic growth: From Robert Solow to Paul Romer. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 1(1), 62–65. <https://doi.org/10.1002/hbe2.116>

Informacijos šaltinių sąrašas

1. Al-Suqri, M. N., & Al-Aufi, A. S. (2015). Information Seeking Behavior and Technology Adoption: Theories and Trends. IGI Global. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-8156-9>
2. Bonnet, P., Ciani, A., Molnar, J., & Nardo, M. (2025). EU's strengths and weaknesses in the global semiconductor sector. JRC Publications Repository. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.2760/6302476>
3. European Central Bank. (2014). How do exporters react to changes in cost competitiveness?. Publications Office. Prieiga per internetą: <https://data.europa.eu/doi/10.2866/773985>
4. European Commission. Statistical Office of the European Union. (2025). NACE Rev. 2.1: Statistical classification of economic activities in the European Union: 2025 edition. Publications Office. Prieiga per internetą: <https://data.europa.eu/doi/10.2785/155339>
5. Eurostat. (2024). EU spent €381.4 billion on R&D in 2023. Prieiga per internetą: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20241211-2>
6. Eurostat. (2025). Archive: High-tech statistics—Economic data. Prieiga per internetą: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:High-tech_statistics_-_economic_data
7. Eurostat. (2025). EU high-tech trade back to a surplus in 2024. Prieiga per internetą: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20250924-2>
8. Eurostat. (2025). International trade and production of high-tech products—Statistics Explained. Prieiga per internetą: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=International_trade_and_production_of_high-tech_products#EU_trade_in_high-tech_products
9. Eurostat. (2025). International trade in goods. Prieiga per internetą: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=International_trade_in_goods
10. Eurostat. (2025). International trade in medicinal and pharmaceutical products. Prieiga per internetą: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=International_trade_in_medicinal_and_pharmaceutical_products
11. Eurostat. (2025). Spacecraft & space transport exports: €1 340 million. Prieiga per internetą: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20250129-2>
12. Galindo-Rueda, F. & Verger, F. (2016). OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity (OECD Science, Technology and Industry Working Papers No. 2016/04; OECD Science, Technology and Industry Working Papers, T. 2016/04). Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1787/5jlv73sqqp8r-en>
13. Impelement. (2024). The economic opportunity of AI in the EU. Prieiga per internetą: <https://cms.implementconsultinggroup.com/media/uploads/articles/2024/The-economic-opportunity-of-generative-AI-in-the-EU/The-economic-opportunity-of-AI-in-the-EU.pdf>
14. Nordisk, N. (2023). The economic impact of the Pharmaceutical industry in Europe. Comparing the innovative and generic industries. Prieiga per internetą: https://copenhageneconomics.com/wp-content/uploads/2021/08/The-economic-impact-of-the-pharmaceutical-industry-in-Europe_31AUG2023.pdf
15. Klingartner, A. (1987). Human resource management in high technology firms (with Internet Archive). Lexington, Mass.: Lexington Books. Prieiga per internetą: http://archive.org/details/humanresourceman0000unse_d6a7

16. Kothari, P. (2024). Balancing Act: Exploring the Impacts of High-Tech Exports on Foreign Direct Investment and Unemployment. *Exploratio Journal*. Prieiga per internetą: <https://exploratiojournal.com/balancing-act-exploring-the-impacts-of-high-tech-exports-on-foreign-direct-investment-and-unemployment/>
17. Liu, J., Qin, C., & Chu, X. (2025). Development of corporate artificial intelligence and the quality of export products. *Finance Research Letters*, 78, 107217. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2025.107217>
18. Martinez, M. (2024). Top 5 high-tech trends for 2025: Embracing growth and transformation. *The Future of Commerce*. Prieiga per internetą: <https://www.the-future-of-commerce.com/2024/11/13/high-tech-trends-2025/>
19. McKinsey. (2025). Which tech trends are rising to the top of the business agenda? Prieiga per internetą: <https://www.mckinsey.com/capabilities/tech-and-ai/our-insights/which-tech-trends-are-rising-to-the-top-of-the-business-agenda>
20. Nayyar, G., Pleninger, R., Vorisek, D., & Yu, S. (2024). *Digitalization and Inclusive Growth: A Review of the Evidence*. Washington, DC: World Bank. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1596/1813-9450-10941>
21. OECD. (1996). Embodied technology diffusion: An empirical analysis for 10 OECD countries (OECD Science, Technology and Industry Working Papers No. 1996/01). Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1787/686654085563>
22. OECD. (2024). Bridging Talent Shortages in Tech: Skills-first Hiring, Micro-credentials and Inclusive Outreach. OECD Publishing. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1787/f35da44f-en>
23. OECD. (2024). *OECD Compendium of Productivity Indicators 2024*. OECD. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1787/b96cd88a-en>
24. OECD. (2024). Support Materials—Competition Policy in Digital Markets. Prieiga per internetą: https://www.oecd.org/en/publications/competition-policy-in-digital-markets_80552a33-en/support-materials.html
25. OECD. (2024). The impact of Artificial Intelligence on productivity, distribution and growth: Key mechanisms, initial evidence and policy challenges (OECD Artificial Intelligence Papers No. 15). Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1787/8d900037-en>
26. OECD. (2025). Regulating for the future: OECD Regulatory Policy Outlook 2025. Prieiga per internetą: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-regulatory-policy-outlook-2025_56b60e39-en/full-report/regulating-for-the-future_e948d334.html
27. Qassoom, M. (2023). The Impact of High-Tech on the Global Economy in General and the Israeli Economy in Particular: The perspective of Public Sector Employees. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.14293/PR2199.000014.v1>
28. ReportLinker. (2023). Global Export of Lasers, Other Than Laser Diodes by Country. Prieiga per internetą: <https://www.reportlinker.com/dataset/db9c9137d354ba55120004d72105313772a2ca2f>
29. ReportLinker. (2023). European Export of Aircraft and Spacecraft and Related Machinery Share by Country (Kilograms). Prieiga per internetą: <https://www.reportlinker.com/dataset/7a957f2ee4c3349d84326bd7c99acc2b1f11718b>
30. Rogoffas, K. (2011). Technologijos ir nelygybė. Verslo žinios. Prieiga per internetą: https://www.vz.lt/archive/opinion/2011/8/19/kennethas_rogoffas
31. Sahoo, S. R., Sathees, K. V., & Anand, A. (2025). Technological Capabilities and Exports: Evidence from Indian Manufacturing Firms. Working Paper Series No. 89. Centre for WTO

- studies. Prieiga per internetą:
https://wtocentre.iift.ac.in/workingpaper/Technological%20Capabilities%20and%20Exports_WP_89.pdf
32. Sisatzky, E., (2024). Why Tech Exports Are Growing in the Netherlands and Singapore. Aerodoc. Prieiga per internetą: <https://www.aerodoc.com/why-tech-exports-are-growing-in-the-netherlands-and-singapore/>
 33. Statista. (2024). EU exports 2024. Prieiga per internetą: https://www.statista.com/statistics/253580/export-of-goods-from-the-eu/?srsltid=AfmBOoqfO3buKFKaYZi_Mubi9Ly5O6nidcZUx9SSOYcGgZKaJnWLP2yd
 34. Vision research reports. (2024). High-tech Logistics Market Size | Companies. Prieiga per internetą: <https://www.visionresearchreports.com/high-tech-logistics-market/41615>
 35. Winslow, G., (2025). Study: U.S. Electronics Manufacturing Supports 5.2 Million Jobs and \$1.8 Trillion in Output. TV Tech. Prieiga per internetą: <https://www.tvtechnology.com/news/study-u-s-electronics-manufacturing-supports-5-2-million-jobs-and-usd1-8-trillion-in-output>
 36. Wipo (2025). High-Tech Exports Surge 9% in 2024, but Uncertainty Looms Amid Trade Tensions. Global-Innovation-Index. Prieiga per internetą: <https://www.wipo.int/en/web/global-innovation-index/w/blogs/2025/high-tech-exports>
 37. World Bank Open Data. (2025). Exports of goods and services. World Bank Open Data. Prieiga per internetą: <https://data.worldbank.org/indicator/NE.EXP.GNFS.CD?end=2024&start=2024&view=chart>
 38. World Bank. (2025). High-technology exports – World. World Bank Open Data. Prieiga per internetą: <https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.CD?end=2023&locations=1W&start=2011&view=chart>