



**Kauno technologijos universitetas**

Ekonomikos ir verslo fakultetas

**Lietuvos inžinerinės pramonės plėtros veiksniai  
Pramonė 4.0 kontekste**

Baigiamasis magistro projektas

---

**Eglė Strabulytė**

Projekto autorė

**Doc. dr. Asta Baliutė**

Vadovė

---

**Kaunas, 2022**



**Kauno technologijos universitetas**

Ekonomikos ir verslo fakultetas

**Lietuvos inžinerinės pramonės plėtros veiksniai  
Pramonė 4.0 kontekste**

Baigiamasis magistro projektas

Ekonomika (6211JX040)

---

**Eglė Strabulytė**

Projekto autorė

**Doc. dr. Asta Baliutė**

Vadovė

**Prof. dr. Vaida Pilinkienė**

Recenzentė

---

**Kaunas, 2022**



**Kauno technologijos universitetas**

Ekonomikos ir verslo fakultetas

Eglė Strabulytė

## **Lietuvos inžinerinės pramonės plėtros veiksniai Pramonė 4.0 kontekste**

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.

Eglė Strabulytė

*Patvirtinta elektroniniu būdu*

Strabulytė, Eglė. Lietuvos inžinerinės pramonės plėtros veiksniai Pramonė 4.0 kontekste. Magistro baigiamasis projektas / vadovė doc. dr. Asta Baliutė; Kauno technologijos universitetas, Ekonomikos ir verslo fakultetas.

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

Reikšminiai žodžiai: inžinerinė pramonė; plėtros veiksniai; Pramonė 4.0; inovacijos.

Kaunas, 2022. 72 p.

## Santrauka

Inžinerinės pramonės sektorius turi didelę reikšmę šalies ekonomikai bei kuriamai didesnei pridėtinei vertei. Dėl šios priežasties reikėtų analizuoti kokie veiksniai skatina šios pramonės vystymąsi. Didelę įtaką visuomenei bei pramonės šakoms turi Pramonė 4.0, kuri sudaro sąlygas tobulesniems ir spartesniems gamybos vystymosi procesams. Pramonė 4.0 procesų integravimas turi didelę reikšmę inovacijoms ir technologijoms imlioms pramonės šakoms.

**Darbo objektas** – Lietuvos inžinerinės pramonės plėtros veiksniai.

**Darbo tikslas** – Nustatyti Lietuvos inžinerinės pramonės plėtrą lemiančius veiksnius Pramonė 4.0 kontekste.

Tikslui pasiekti suformuluoti šie **uždaviniai**: 1) įvertinti inžinerinės pramonės šakų Lietuvoje rodiklius bei plėtros problematiką; 2) apibūdinti teorinius inžinerinės pramonės plėtros veiksnių aspektus Pramonė 4.0 kontekste; 3) suformuoti inžinerinės pramonės įmonių tyrimo vertinimo metodologiją; 4) ištirti inžinerinės pramonės sektoriaus statistinių rodiklių dinamiką bei vystymosi tendencijas; 5) atlikti inžinerinės pramonės šakų plėtros veiksnių ekonometrinį vertinimą bei pateikti tyrimo rezultatus bei pasiūlymus.

Darbe įvertinta inžinerinės pramonės sektoriaus struktūra bei išskiriamos pagrindinės kliūtys šios šakos plėtrai. Nustatyta, kad sektorius užima mažesnę dalį ir vystosi nepakankamai sparčiai lyginant su likusiomis apdirbamosios gamybos pramonės šakomis. Pagal mokslinės literatūros analizę, išskirti konkurencingumo, vidiniai ir išoriniai plėtros veiksniai bei pristatyta Pramonė 4.0 procesų integravimo nauda technologijoms imlioms inžinerinės pramonės įmonėms vystyti. Išskirta, kad Pramonė 4.0 aplinkoje veikiančios įmonės geba lanksčiau reaguoti į problemines situacijas bei gali tobulinti savo gamybos procesus. Atlikto tyrimo rezultatai atskleidė, kad Lietuva nemažai atsilieka nuo Vokietijos ir Europos Sąjungos pagal inovacijų lygį ir investicijas į MTEP. Tačiau išlaidos, skiriamos MTEP kiekvienais metais auga, todėl šis atotrūkis mažėja. Atlikto ekonometrinio vertinimo tyrimo rezultatai atskleidė, kad inžinerinės pramonės sektoriaus produkcijos augimui, tiek ilguoju, tiek trumpuoju laikotarpiu, įtakos turi eksportas, importas, investicijos į materialųjį turtą ir investicijos į nematerialųjį turtą, BVP.

Strabulytė, Eglė. Factors of Lithuanian Engineering Industry Development in the Context of Industry 4.0. 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): Economics, Social Science.

Keywords: engineering industry; development factors; Industry 4.0; innovation.

Kaunas, 2022. 72 p.

### Summary

The engineering industry sector is of great importance to the country's economy and to the higher added value it creates. For this reason, it is necessary to analyze what factors contribute to the development of this industry. Industry 4.0 has a significant impact on society and industries, enabling better and faster production development processes. Industry 4.0 process integration is important for innovation and technology-intensive industries.

**Project subject.** Development factors of Lithuanian engineering industry.

**Project objective.** To identify the factors determining the development of the Lithuanian engineering industry in the context of Industry 4.0.

To reach this objective, the following tasks have been formulated: 1) to evaluate the indicators of the engineering industries and the problems of development in Lithuania; 2) to describe the theoretical aspects of the development factors of the engineering industry in the context of Industry 4.0; 3) to form a methodology for the evaluation of the research of engineering industry enterprises; 4) to study the dynamics and development tendencies of statistical indicators of the engineering industry sector; 5) to carry out an econometric assessment of the development factors of the engineering industries and to present the results and proposals of the research.

The paper evaluates the structure of the engineering industry sector and identifies the main obstacles to the development of this branch. The sector has been found to be smaller and not growing fast enough compared to the rest of the manufacturing industry. Based on the analysis of the scientific literature, the factors of competitiveness, internal and external development and the benefits of industry 4.0 process integration for the development of technology-intensive engineering industries have been presented. It is pointed out that companies operating in the Industry 4.0 environment are able to respond more flexibly to problematic situations and can improve their production processes. The results of the study revealed that Lithuania falls behind Germany and the European Union in terms of the level of innovation and investment in R&D. However, costs on R&D is growing every year, so this gap is narrowing. The results of the econometric study revealed that the growth of output in the engineering industry, both in the long and short term, is influenced by exports, imports, investment in tangible assets and investment in intangible assets, GDP.

## Turinys

<b>Lentelių sąrašas .....</b>	<b>6</b>
<b>Paveikslų sąrašas .....</b>	<b>7</b>
<b>Įvadas.....</b>	<b>8</b>
<b>1. Lietuvos inžinerinių pramonės šakų plėtros tendencijos ir problematika.....</b>	<b>10</b>
1.1. Lietuvos inžinerinių pramonės šakų pagrindiniai rodikliai bei plėtros veiksnių iširtumas .....	11
1.2. Lietuvos inžinerinių pramonės šakų plėtros problematika .....	17
<b>2. Pramonės šakų plėtros veiksniai teoriniu aspektu Pramonė 4.0 kontekste .....</b>	<b>21</b>
2.1. Pramonės šakų plėtros ir konkurencingumo sąsajos bei svarba .....	21
2.2. Pramonės šakų plėtros vidiniai veiksniai .....	25
2.3. Pramonės šakų plėtros išoriniai veiksniai.....	30
2.4. Pramonė 4.0 procesų įtaka pramonės šakų plėtrai.....	34
<b>3. Tyrimo modelis .....</b>	<b>41</b>
<b>4. Lietuvos inžinerinių pramonės šakų plėtros veiksnių vertinimas Pramonė 4.0 kontekste. 44</b>	<b>44</b>
4.1. Inžinerinės pramonės šakų lyginamoji analizė.....	44
4.2. Pramonė 4.0 ir makroekonominių veiksnių įtakos inžinerinės pramonės produkcijai vertinimas 52	
4.2.1. Pramonė 4.0 veiksnių įtakos inžinerinės pramonės produkcijai vertinimas.....	52
4.2.2. Makroekonominių veiksnių įtakos inžinerinės pramonės produkcijai vertinimas .....	58
4.3. Rezultatų apibendrinimas ir diskusija .....	64
<b>Išvados .....</b>	<b>66</b>
<b>Literatūros sąrašas .....</b>	<b>69</b>
<b>Priedai.....</b>	<b>73</b>
1 priedas. Tyrime naudoti statistiniai duomenys .....	73
2 priedas. Makroekonominių ir Pramonė 4.0 veiksnių rodiklių laiko eilučių stacionarumo vertinimo rezultatai .....	75
3 priedas. Granger priežastingumo vertinimo rezultatai .....	76
4 priedas. ARDL ir porinių regresijos modelių liekamųjų paklaidų autokorelogramos .....	77

## Lentelių sąrašas

1 lentelė. Veikiančių ūkio subjektų skaičius Lietuvoje 2015–2020 m. pagal ekonominės veiklos klasifikatorių (Lietuvos statistikos departamentas, 2021) .....	12
2 lentelė. Inžinerijos mokslų struktūra Lietuvos aukštosiose mokyklose 2017–2021 m. duomenimis (ŠVIS, 2019).....	13
3 lentelė. Vidutinis bruto darbo užmokestis per mėn. eurai (Lietuvos statistikos departamentas, 2021) .....	14
4 lentelė. Išlaidos MTEP veiklai, mln. Eur, 2016–2020 m. (Lietuvos statistikos departamentas, 2021) .....	14
5 lentelė. Išoriniai aplinkos veiksniai, turintys įtakos aukštųjų technologijų įmonių plėtrai (Dubitskaya ir Tcukanova, 2018). .....	32
6 lentelė. Pasirinkti rodikliai ir jų analizės metodai .....	41
7 lentelė. Ekonometrinio vertinimo tyrimo veiksniai.....	42
8 lentelė. MTEP išlaidos (mln., Eur.) inžinerinės pramonės sektoriui (C22;C24–C30) (Eurostat, 2021; The World Bank Group, 2022).....	45
9 lentelė. Lietuvos ir Vokietijos inžinerinės pramonės įmonių kiekis ir dalis, proc. apdirbamosios gamybos sektoriuje (Eurostat, 2021) .....	46
10 lentelė. Pasirinkto priklausomojo kintamojo (pramonės produkcijos) stacionarumo vertinimas	52
11 lentelė. Pasirinktų nepriklausomų kintamųjų stacionarumo vertinimas .....	53
12 lentelė. Pasirinktų kintamųjų priežastingumo vertinimas.....	53
13 lentelė. Kintamųjų koreliacinė matrica.....	54
14 lentelė. Kintamųjų SC reikšmės. ....	55
15 lentelė. ARDL(5;5) modelio charakteristikos. ....	55
16 lentelė. ARDL(3;4) modelio charakteristikos. ....	56
17 lentelė. ARDL(3;4) modelio ilgalaikio multiplikatoriaus reikšmė.....	57
18 lentelė. SC reikšmės .....	57
19 lentelė. ARDL(2;2) modelio charakteristikos .....	57
20 lentelė. ARDL(2;0) modelio charakteristikos .....	58
21 lentelė. ARDL(2;0) modelio ilgalaikio multiplikatoriaus reikšmė.....	58
22 lentelė. Pasirinktų nepriklausomų kintamųjų (makroekonominių rodiklių) stacionarumo vertinimas .....	59
23 lentelė. Pasirinktų kintamųjų (makroekonominių rodiklių) priežastingumo vertinimas.....	59
24 lentelė. Pasirinktų kintamųjų (makroekonominių rodiklių) koreliacinė matrica.....	60
25 lentelė. ECM modelio charakteristikos .....	60
26 lentelė. Porinio regresijos modelio charakteristikos.....	61
27 lentelė. Pasirinktų kintamųjų SC reikšmės .....	61
28 lentelė. ARDL(5;5) modelio charakteristikos .....	62
29 lentelė. ARDL(5;4) modelio charakteristikos .....	62
30 lentelė. Ilgalaikio poveikio multiplikatoriaus reikšmė ir tikimybės. ....	63
31 lentelė. ECM modelio charakteristikos .....	63
32 lentelė. Porinio regresijos modelio charakteristikos.....	63
33 lentelė. Lietuvos Pramonė 4.0 ir makroekonominių veiksnių rodiklių ryšio įvertinimo rezultatai .....	64

## Paveikslų sąrašas

1 pav. Inžinerijos pramonės struktūra Lietuvoje 2018 m., proc. (LINPRA, 2019).....	11
2 pav. Parduotos pramonės produkcijos veiklų struktūra, proc. (Lietuvos statistikos departamentas, 2021).....	12
3 pav. Lietuvos eksporto ir inžinerinės pramonės eksporto apimtis 2016–2020 m. laikotarpiu (mlrd. Eur) ir inžinerinės pramonės eksporto dalis visoje Lietuvos eksporto struktūroje % (Lietuvos statistikos departamentas, 2021).....	15
4 pav. Lietuvos importo ir inžinerinės pramonės importo apimtis 2016–2020 m. laikotarpiu (mlrd. Eur) ir inžinerinės pramonės importo dalis visoje Lietuvos eksporto struktūroje % (Lietuvos statistikos departamentas, 2021).....	15
5 pav. Gamintojų parduotos pramonės produkcijos kainų indekso pokyčiai, lyginant su ankstesniu laikotarpiu, proc. (Lietuvos statistikos departamentas, 2021).....	18
6 pav. Didžiausių inžinerinės pramonės šakų produkcijos vertė mln. Eur ir prognozuojamas augimas proc., 2025 (Liuima, 2017).....	20
7 pav. Pažangios skaitmeninės gamybos technologijų integravimo privalumai (United Nations Industrial Development Organization, 2019).....	39
8 pav. Suminis inovacijų indeksas (Europos Komisija, 2021).....	44
9 pav. Bendrosios investicijos į ilgalaikį materialųjį turtą Lietuvos apdirbamojoje pramonėje, tūkst. Eur, 2011–2020 (Lietuvos statistikos departamentas, 2021).....	47
10 pav. Investicijos į patentus ir licencijas Lietuvos apdirbamojoje pramonėje, tūkst., Eur, 2011–2020 m. (Lietuvos statistikos departamentas, 2021).....	47
11 pav. Investicijos į programinę įrangą Lietuvos apdirbamojoje pramonėje, tūkst., Eur, 2011–2020m. (Lietuvos statistikos departamentas, 2021).....	48
12 pav. Tiesioginės užsienio investicijos Lietuvos apdirbamojoje pramonėje, mln., Eur, 2012–2021 m. (Lietuvos statistikos departamentas, 2021).....	48
13 pav. Įmonės, diegusios inovacijas Lietuvos apdirbamojoje pramonėje, proc., 2010–2020 m. (Lietuvos statistikos departamentas, 2021).....	49
14 pav. Darbo našumas pagal pridėjamąją vertę, tenkančią vienam užimtajam Lietuvos apdirbamojoje pramonėje, to meto kainomis, tūkst. Eur., 2011–2020 m. (Lietuvos statistikos departamentas, 2021).....	50
15 pav. Produkcijos vertė, tūkst. Eur, 2011–2020 (Lietuvos statistikos departamentas, 2021).....	50
16 pav. Lietuvos pramonės produkcija (be PVM ir akcizo), tūkst., Eur, 2012–2021 (Lietuvos statistikos departamentas, 2021).....	51



## Įvadas

**Temos aktualumas.** Lietuvoje veikia daug įvairių pramonės sektorių. Vienas iš jų – inžinerinė pramonė, kurią galima laikyti geriausiai išplėta, kadangi šiame sektoriuje gausu skirtingą produkciją gaminančių įmonių. Inžinerinės pramonės sektorius turi didelę reikšmę šalies ekonomikai bei kuriamai didesnei pridėtinei vertei. Dėl šios priežasties reikėtų analizuoti kokie veiksniai skatina šios pramonės vystymąsi. Didelę įtaką visuomenei bei pramonės šakoms turi Pramonė 4.0, kuri sudaro sąlygas tobulesniems ir spartesniems gamybos vystymosi procesams. Pramonė 4.0 procesų integravimas turi didelę reikšmę inovacijoms ir technologijoms imlioms pramonės šakoms. Inžinerinės pramonės sektoriuje vykdomi didelės apimties gamybos procesai, kurių supaprastinimas teigiamai veikia šios pramonės įmonių veiklos efektyvumą. Skaitmenizavimas ir automatizacija padeda inžinerinės pramonės įmonėms tobulinti savo strateginius procesus, didinti gamybos apimtį, spartinti produkcijos gaminimo laiką, gerinti įmonių lankstumą bei supaprastinti duomenų pasiekiamumą. Pramonė 4.0 procesų įgalinimas reiškia įvairius pokyčius gamybos sistemose. Pokyčiams įgyvendinti didžiausią poveikį turi IT sistemos. Vadinasi, technologijos turi didžiausią vaidmenį Pramonė 4.0 kontekste. Ateityje įmonėse turėtų atsirasti vis daugiau skaitmenizuotų ir palengvinančių darbą gamybos procesų, kuriuose būtų įtraukiami robotai, naudojama virtualios realybės koncepcija, atliekamas probleminių sprendimų modeliavimas pažangesnėmis skaitmeninėmis technologijomis. Taigi, dėl visų šių priežasčių yra aktualu peržvelgti, kaip ketvirtosios pramonės revoliucijos procesai lemia inžinerinės pramonės plėtrą ir jos veiksniai.

**Problema.** Lietuvoje labai svarbu plėtoti inžinerinę pramonę, kadangi santykinai maža jos dalis lyginant su žemųjų technologijų pramonės šakomis, kurios vyrauja Lietuvos pramonės struktūroje. Be to, inžinerinė pramonė vystosi lėtai lyginant su kitomis apdirbamosios gamybos šakomis. Šiuo metu yra atlikta nepakankamai mokslinių tyrimų inžinerinės pramonės plėtros veiksnių tema, todėl aktualu atlikti šios pramonės išsamų vertinimą. Intensyvėjant technologijų kaitai reikalingų aukštos kvalifikacijos specialistų poreikis inžinerinės pramonės įmonėse auga, tačiau jų pasiūla krenta, nes norinčių dirbti ar net studijuoti šioje srityje nuolat mažėja. Tačiau net ir tie, kurie pasirenka baigti šias studijas, neturi pakankamai praktinių įgūdžių, todėl darbdaviai turi juos papildomai paruošti, kas kainuoja laiko, lėšų ir pastangų. Siekiant vystyti šią pramonę reikalingos didelės investicijos į inovacijas ir MTEP, tačiau šiuo metu jos vis dar nepakankamos. Pritraukti užsienio investuotojus nėra lengva, nes Lietuvoje mažai žinomų lietuviškos kilmės prekinių ženklų rinkoje, ypač dėl to, kad čia daugiausia gaminami tarpiniai produktai. Užsienio investuotojai dažnai renkasi kitas rinkas dėl nepakankamo Lietuvos rinkos patrauklumo. Šios pramonės plėtros užtikrinimui, yra aktualu, išskirti kokie veiksniai lemia inžinerinės pramonės plėtrą ketvirtosios pramonės revoliucijos kontekste.

**Tyrimo objektas** – Lietuvos inžinerinės pramonės plėtros veiksniai.

**Tyrimo tikslas** – nustatyti Lietuvos inžinerinės pramonės plėtrą lemiančius veiksniai Pramonė 4.0 kontekste.

### Uždaviniai:

1. įvertinti inžinerinės pramonės šakų Lietuvoje rodiklius bei plėtros problematiką;
2. apibūdinti teorinius inžinerinės pramonės plėtros veiksnių aspektus Pramonė 4.0 kontekste;
3. suformuoti inžinerinės pramonės įmonių tyrimo vertinimo metodologiją;
4. iširti inžinerinės pramonės sektoriaus statistinių rodiklių dinamiką bei vystymosi tendencijas;

5. atlikti inžinerinės pramonės šakų plėtros veiksnių ekonometrinių vertinimą bei pateikti tyrimo rezultatus bei pasiūlymus.

**Tyrimo metodai:** mokslinių lietuvių ir užsienio autorių literatūros šaltinių sisteminė ir palyginamoji analizė, oficialiosios statistikos analizė, antrinių statistinių duomenų analizė, grafinis duomenų vaizdavimas, ekonometrinis vertinimas.

## 1. Lietuvos inžinerinių pramonės šakų plėtros tendencijos ir problematika

Šiuolaikiniame moderniame pasaulyje būdingas didelis vartotojiškumas, skatinantis paklausos mastų augimą. Dėl šios priežasties išaugusiems vartotojų poreikiams tenkinti kuriasi vis daugiau gamybos įmonių, kurios išlaiko savo konkurencingumą bei skatina šalies ekonomikos augimą. Gamybos pramonės šakų yra įvairių, kurios pagal gaminamos produkcijos tipą skiriamos į tokias šakas, kaip maisto pramonė, tekstilės ir drabužių, inžinerinė pramonė, medienos ir baldų pramonė, chemijos pramonė, IT paslaugos ir kita. Visi šie sektoriai yra ypač jautrūs technologijų vystymuisi, todėl jų plėtrai reikalingos investicijos.

Inžinerinės pramonės sektorius išsivysčiusiose šalyse paprastai gana didelis, gaminama nemaža produkcijos apimtis, skirta eksportui, todėl reikalingas didelis kiekis darbuotojų. Šiame sektoriuje gaminami tiek galutinio vartojimo produktai, tiek tarpiniai produktai (pavyzdžiui, detalės, įrenginiai, sistemos, technologijos ir kt.). Tarpiniai produktai yra skirti kitų pramonės sektorių kuriamai produkcijai gaminti ir tobulinti. Vadinasi, nuo inžinerinės pramonės sektoriaus vykdomos veiklos efektyvumo ir produkcijos kokybės priklauso kitų sektorių technologinis lygis. Dėl šių priežasčių sektorius turi įtakos ekonomikos gamybos tvariam vystymuisi ir augimui (Studnična, 2014).

Visi pramonės sektoriai skirstomi pagal savo vykdomos veiklos rūšis. Inžinerinės pramonės sektorius pagal ekonominės veiklos rūšių klasifikatoriaus antrą redakciją priklauso C sekcijai – apdirbamajai gamybai. C sekcija iš viso susideda iš C10–C33 skyrių. Inžinerinės pramonės sektorius apima šiuos C sekcijos skyrius (Lietuvos statistikos departamentas, 2021):

- C22 – guminių ir plastikinių gaminių gamyba;
- C24 – pagrindinių metalų gamyba;
- C25 – metalų gamyba;
- C26 – kompiuterinių, elektroninių ir optinių gaminių gamyba;
- C27 – elektros įrangos gamyba;
- C28 – mašinų ir įrangos gamyba;
- C29 – variklinių transporto priemonių gamyba;
- C30 – kitų transporto priemonių gamyba.

Šie skyriai toliau klasifikuojami į klases – smulkesnes kiekvieno skyriaus subkategorijas (Lietuvos statistikos departamentas, 2021).

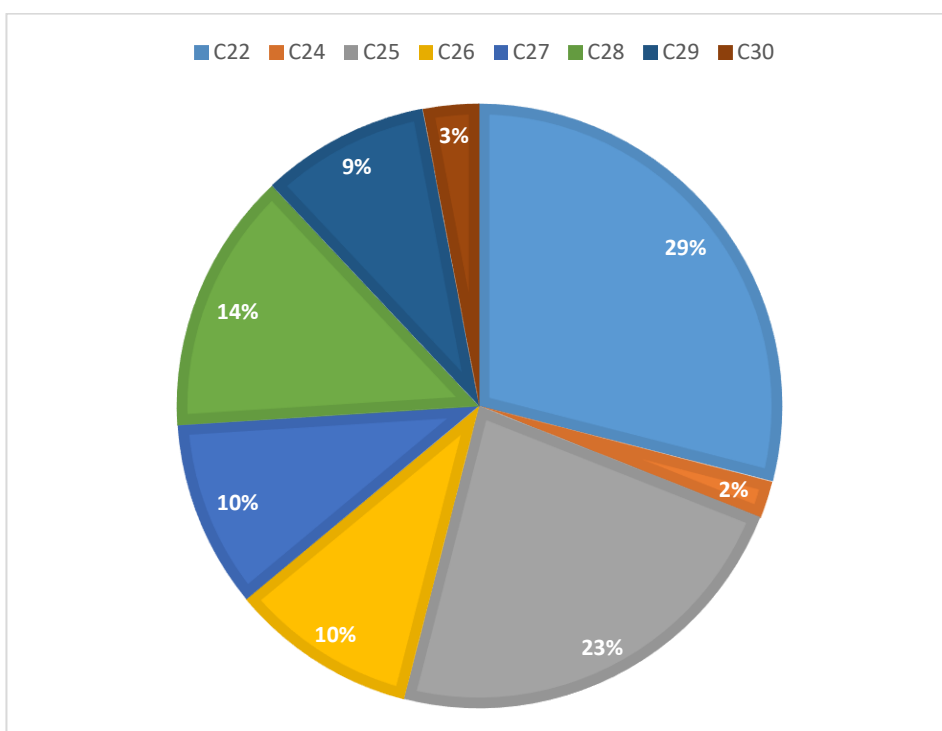
Kuo šalis turi stipresnę išsivysčiusią apdirbamosios gamybos pramonę, kurios struktūroje aukštųjų technologijų ir inžinerinės pramonės šakos sudaro kuo didesnę dalį, tuo labiau jos ekonomika klesti. Be to, gamybos mastų didėjimas skatina inovacijas augti sparčiau. Kita priežastis, dėl kurios yra svarbios šios gamybos pramonės šakos, yra ta, kad šios šakos kurią aukštą pridėtinę vertę, jos samdo kvalifikuotą darbo jėgą, moka didesnę atlyginimą nei vidutinis. Taip pat gamybos pramonės ir jų plėtra skatina investicijas ir infrastruktūros kūrimą. Šalies gamybos struktūra vaidina itin svarbų vaidmenį ekonomikos darniam vystymuisi, šalies darbo rinkai, eksporto struktūrai ir kt. (Levinson, 2018).

Taigi, inžinerinės pramonės sektorius yra itin svarbus ekonomikai, juse kuriamoms ir naudojamoms technologijoms bei inovacijoms. Šiame skyriuje, siekiant įvertinti inžinerinės pramonės šakas, remtasi rodikliais, atspindinčiais šios pramonės įmonių veiklos ypatumus, plėtros tendencijų požymius, taip pat pateikiamos pagrindinės inžinerinės pramonės plėtros problemos.

### 1.1. Lietuvos inžinerinių pramonės šakų pagrindiniai rodikliai bei plėtros veiksmų iširtumas

Lietuvos inžinerinės pramonės šakų vertinimas atliekamas remiantis aktualiais statistinių rodiklių pokyčiais, pagal kuriuos nustatoma C sekcijos (C22; C24–30) sektoriaus reikšmė Lietuvai.

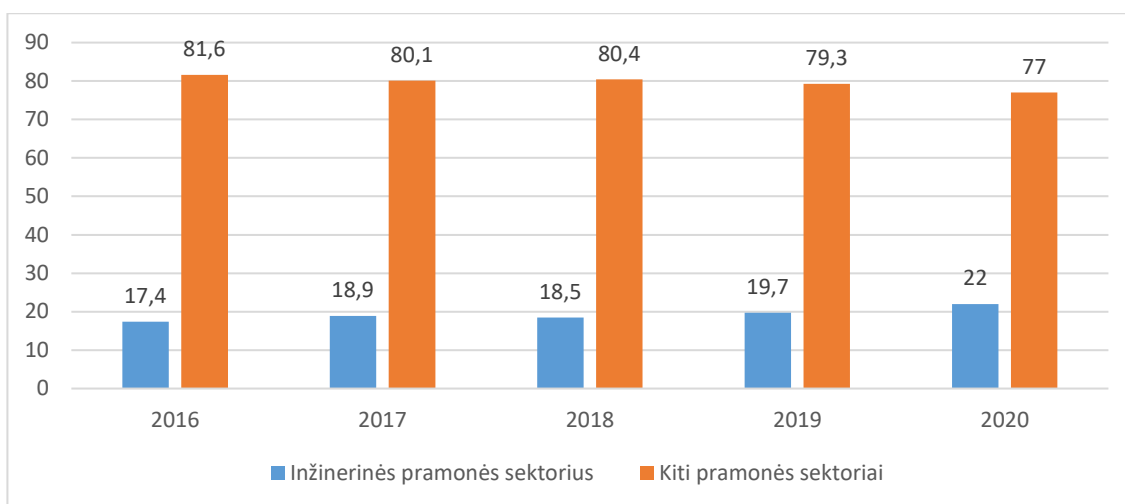
Lietuvos inovacijų centras (2020) atliko tyrimą, kurio metu buvo išskirti trys didžiausią potencialą turintys apdirbamosios gamybos sektoriai: baldų gamyba; kompiuterinių, elektroninių ir optinių gaminių gamyba; metalų gamyba. Du sektoriai iš šių priklauso inžinerinei pramonei. Tai parodo, kad inžinerinė pramonė turi daugiausia neišnaudoto potencialo ir galimybių, todėl aktualu ją vertinti pagal jos veiklos rodiklių pokyčius. Pirmiausia, 1 pav. pateikiama bendra inžinerinės pramonės struktūra Lietuvoje, remiantis Lietuvos inžinerijos ir technologijų pramonės asociacija LINPRA (toliau – LINPRA, 2019) duomenimis.



1 pav. Inžinerijos pramonės struktūra Lietuvoje 2018 m., proc. (LINPRA, 2019)

Pagal 1 pav. galima matyti, skirtingų ekonominių veiklų pasiskirstymą Lietuvos inžinerinėje pramonėje. Didžiausią struktūrinę dalį (29 %) apima C22 guminiai ir plastikiniai gaminiai, antra pagal užimamą dalį ekonominė veikla – C25 metalo gaminių gamyba (23 %), trečia – C28 mašinos ir įranga (14 %), ketvirta ir penkta – C27 elektros įranga ir C26 kompiuteriai, elektronika, optika – (10 %), šešta – C29 varikliai, priekabos ir puspriekabės (9 %), itin mažą dalį sudaro C30 kitos transporto priemonės ir įranga (3 %) bei C24 pagrindinių metalų gamyba (2 %).

Toliau pateikiama pagal 2016–2020 m. duomenis sudaryta parduotos pramonės produkcijos veiklų struktūra, išreikšta procentais. Vertinami visi apdirbamosios gamybos sekcijai priklausantys pramonės sektoriai (C10–C33).



**2 pav.** Parduotos pramonės produkcijos veiklų struktūra, proc. (Lietuvos statistikos departamentas, 2021)

Pagal pateiktą 2 pav., galima pastebėti, kad bendroje Lietuvos pramonės struktūroje inžinerinės pramonės dalis yra 4 kartus mažesnė už likusius pramonės sektorius. Nors ir pastebimas nuoseklus inžinerinės pramonės augimas, 2020 m. lyginant su 2016 m. sektorius išaugo 4,6 proc., tačiau inžinerinės pramonės šakos sudaro gana nedidelę dalį, todėl svarbu jas skatinti, pritraukiant daugiau investicijų į šios pramonės plėtrą.

Toliau, siekiant įvertinti skirtingas ekonomines veiklas vykdančių sektorių struktūrą, reikia įvertinti inžinerinės pramonės įmonių kiekį kiekvienoje C sekcijos grupėje. Šiam tikslui pateikiama 1 lentelė.

**1 lentelė.** Veikiančių ūkio subjektų skaičius Lietuvoje 2015–2020 m. pagal ekonominės veiklos klasifikatorių (Lietuvos statistikos departamentas, 2021)

Ekonominė veikla	2016	2017	2018	2019	2020	2016–2020 m. proc. pokytis
C22 Guminiai ir plastikiniai gaminiai	404	410	405	402	395	-2,23
C24 Pagrindiniai metalai	29	27	29	26	28	-3,45
C25 Metaliniai gaminiai, išskyrus mašinas ir įrangą	1870	1957	2034	2074	2147	14,81
C26 Kompiuteriniai, elektroniniai ir optiniai gaminiai	134	150	150	158	152	13,43
C27 Elektros įranga	102	105	105	109	105	2,94
C28 Niekur kitur nepriskirtos mašinos ir įranga	188	183	190	192	185	-1,6
C29 Variklinės transporto priemonės, priekabos ir puspriekabės	52	51	57	55	58	11,54
C30 Kitos transporto priemonės ir įranga	63	65	74	89	92	46,03
<b>Iš viso</b>	<b>2 842</b>	<b>2 948</b>	<b>3 044</b>	<b>3 105</b>	<b>3 162</b>	<b>11,26</b>

Remiantis Lietuvos statistikos departamento 2016–2020 m. duomenimis (žr. 1 lent.), inžinerinės pramonės įmonių Lietuvoje nuolat daugėja, kadangi kuriasi vis naujų gamybą vykdančių organizacijų. Nuo 2016 iki 2020 m. įmonių skaičius padidėjo 320 vnt. Skaičiaus augimas parodo, kad inžinerinė pramonė plečiasi. Pastebėta, kad iki 2018 m. kiekvienais metais įkurta po 100 naujų

įmonių, tačiau nuo 2019 m. šis prieaugis krito, kadangi kasmet įkuriama tik apie 60 naujų įmonių. Pagal ekonomines veiklas, inžinerinės pramonės struktūroje daugiausia įmonių, gaminančių metalinius gaminius, išskyrus mašinas ir įrangą. 2020 m. iš viso šių įmonių kiekis siekė 2147 vnt., o tai sudarė apie 70 proc. visos inžinerinės pramonės įmonių Lietuvoje.

Toliau pateikiama studentų, pasirenkančių inžinerijos mokslų kryptį, struktūra pagal studijuojamą dalyką. Išskiriami tam tikrais mokslų metais įstoję, besimokantys ir baigiantys studijas studentai.

**2 lentelė.** Inžinerijos mokslų struktūra Lietuvos aukštosiose mokyklose 2017–2021 m. duomenimis (ŠVIS, 2019)

	2017–2018			2018–2019			2019–2020		
	Įstojo	Mokosi	Baigė	Įstojo	Mokosi	Baigė	Įstojo	Mokosi	Baigė
Aeronautikos inžinerija	271	759	115	310	875	143	297	938	154
Aplinkos inžinerija	328	1 308	327	245	1 099	283	255	925	280
Bioinžinerija	58	254	53	46	214	61	49	182	60
Chemijos inžinerija	95	267	65	71	251	69	79	244	70
Dizainas	13	61	18	16	56	11	11	54	14
Elektronikos inžinerija	938	2 670	535	774	2 468	521	687	2 266	496
Elektros inžinerija	365	1 097	260	260	945	257	238	824	214
Energijos inžinerija	157	650	224	165	530	171	107	412	129
Gamybos inžinerija	343	1 102	288	285	990	298	296	871	257
Jūrų inžinerija	105	480	114	89	399	116	87	346	106
Matavimų inžinerija	154	541	152	97	397	126	99	340	108
Mechanikos inžinerija	366	1 340	285	360	1 202	266	267	987	224
Saugos inžinerija	15	59	21	16	49	13	18	49	17
Statybos inžinerija	1 195	3 721	766	899	3 338	741	831	2 934	714
Transporto inžinerija	858	2 621	652	651	2 293	557	486	1 901	545
<b>Iš viso</b>	<b>5 259</b>	<b>16 918</b>	<b>3 874</b>	<b>4 282</b>	<b>15 100</b>	<b>3 632</b>	<b>3 802</b>	<b>13 263</b>	<b>3 388</b>

Pagal 2 pav. galima pastebėti, kaip kiekvienais metais pasirenkančių bei baigiančiųjų inžinerijos studijas skaičius tolygiai krenta. Vadinasi, specialistų, reikalingų inžinerijos pramonei, mažėja. Daugiausia šias studijas rinkosi, mokėsi ir baigė 2017–2018 metais, o mažiausiai 2019–2020 metais.

Vienas svarbių rodiklių, atspindinčių darbuotojų kvalifikacijos lygį, yra vidutinis šakos darbo užmokestis, pateiktas 3 lentelėje pagal 2016–2020 m. duomenis Lietuvoje.

**3 lentelė.** Vidutinis bruto darbo užmokestis per mėn. eurais (Lietuvos statistikos departamentas, 2021)

	Mėnesinis bruto darbo užmokestis, Eur				
	2016	2017	2018	2019	2020
C22–C23 (Guminių ir plastikinių gaminių ir kitų nemetalinių mineralinių produktų gamyba)	882,4	949,3	1037,7	1438,1	1539,8
C24–C25 (Pagrindinių metalų ir metalo gaminių, išskyrus mašinas ir įrenginius, gamyba)	857,0	936,2	1005,5	1388,5	1484,1
C26 (Kompiuterinių, elektroninių ir optinių gaminių gamyba)	1257,0	1406,6	1518,1	2225,8	2249,4
C27 (Elektros įrangos gamyba)	795,2	861,1	922,1	1265,5	1376,8
C28 (Niekur kitur nepriskirtų mašinų ir įrangos gamyba)	924,3	1018,1	1114,7	1532,4	1651,9
C29–C30 (Transporto įrangos gamyba)	879,8	950,3	1 008,3	1373,4	1411,5
<b>Iš viso (C22-C30 vidutinis atlyginimas)</b>	<b>932,6</b>	<b>1020,3</b>	<b>1101,1</b>	<b>1537,3</b>	<b>1618,9</b>

Šie duomenys įrodo, kad inžinerijos specialistų atlyginimai visose gamybos šakose kyla. Nuo 2016 m. iki 2020 m. atlyginimai visose šakose pakilo beveik 2 kartus. Pagal dabartines tendencijas, tikimasi, kad atlyginimai toliau po truputį didės.

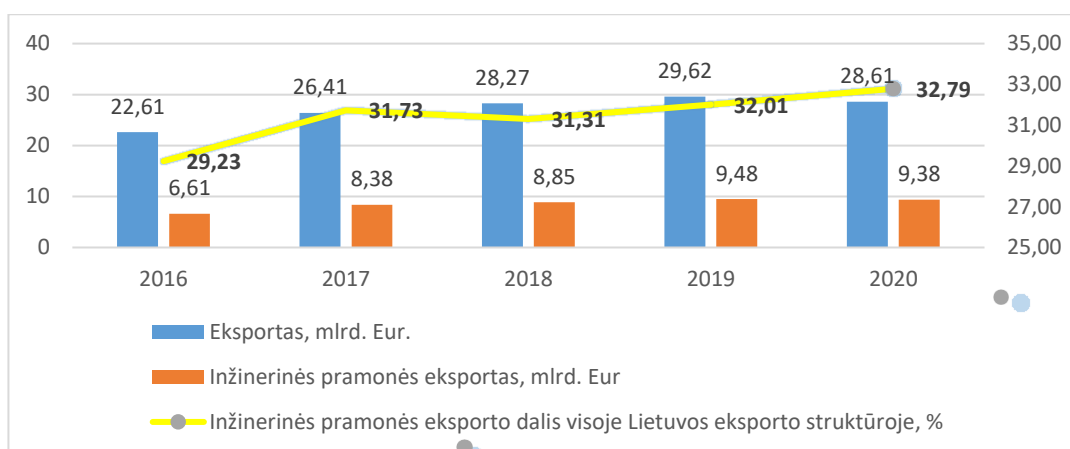
Inžinerinei pramonei ypatingą reikšmę turi MTEP veikla ir inovacijos, ypač dabartiniu metu spartėjant skaitmenizacijos procesams Pramonė 4.0 kontekste. Šiuo laikotarpiu technologijoms vystyti ir tobulinti pramonėje reikalingi finansiniai ištekliai. Informacija apie inžinerinių pramonės šakų išlaidas MTEP veiklai pateikta 4 lentelėje.

**4 lentelė.** Išlaidos MTEP veiklai, mln. Eur, 2016–2020 m. (Lietuvos statistikos departamentas, 2021)

	Išlaidos MTEP, mln. Eur.				
	2016	2017	2018	2019	2020
C	37,752	47,081	68,799	69,968	65,596
C22	0,630	1,101	1,320	1,020	1,205
C24	-	-	-	-	-
C25	0,428	1,606	1,952	4,596	0,730
C26	8,300	15,575	16,234	18,698	25,768
C27	0,921	1,451	17,716	6,924	4,669
C28	3,004	2,354	2,609	6,200	4,682
C29	3,739	3,696	2,552	4,103	3,118
C30	-	0,075	0,122	0,776	0,533

Pagal išlaidas MTEP veiklai galima atkreipti dėmesį, kad investicijos į mokslinių tyrimų ir eksperimentų plėtrą itin mažos, ypač lyginant jas su bendromis investicijomis į visos apdirbamosios pramonės sektorių – C. Daugiausia investuojama į kompiuterinių, elektroninių ir optinių gaminių gamybą (C26), o mažiausiai skiriama kitų transporto priemonių ir įrangos gamybai (C30). Visgi, taip yra todėl, kad kompiuterinės technikos ir informacinių technologijų svarba itin didėja šiuolaikinėje skaitmeninėje visuomenėje.

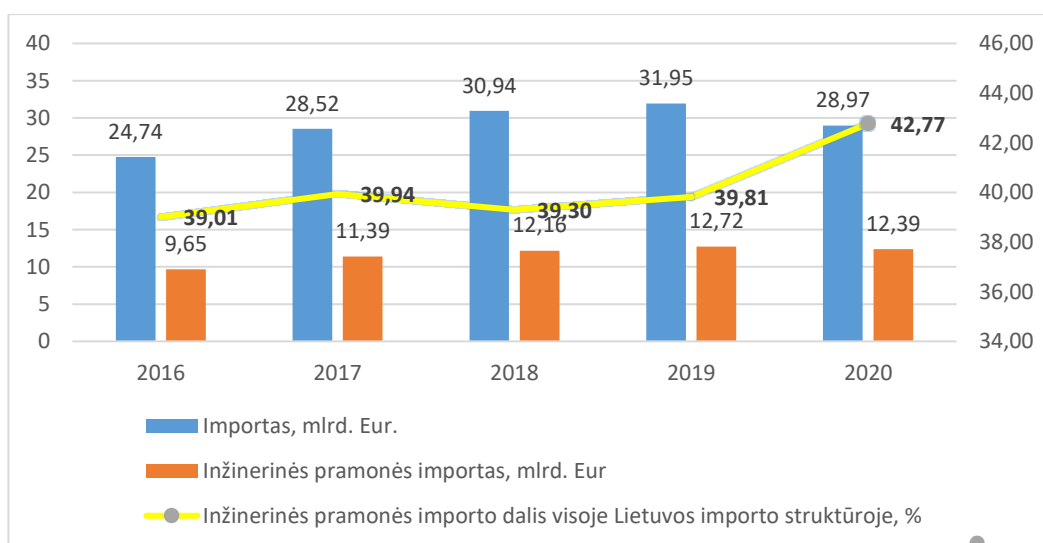
Vienas svarbiausių pramonės šakų ekonominių rodiklių – eksporto ir importo apimtis, kadangi nuo tarptautinės prekybos priklauso šios pramonės apyvarta ir veiklos efektyvumas. Inžinerinės pramonės eksporto apimtį ir eksporto dalies kitimą bendroje Lietuvos eksporto struktūroje 2016–2020 m. iliustruoja 3 pav.



**3 pav.** Lietuvos eksporto ir inžinerinės pramonės eksporto apimtys 2016–2020 m. laikotarpiu (mlrd. Eur) ir inžinerinės pramonės eksporto dalis visoje Lietuvos eksporto struktūroje % (Lietuvos statistikos departamentas, 2021)

Pastebimas netolygus inžinerinės pramonės eksporto dalies kitimas. 2017 m. eksporto apimtys išaugo 2,50 % palyginant su 2016 m. 2018 m. nustatytas nedidelis inžinerinės pramonės eksporto apimtys kritimas -0,42 % palyginant su 2017 m. 2019 m. eksporto dalis pakilo 0,7 % lyginant su 2018 m. 2020 m. inžinerinės pramonės eksporto dalis pakilo 0,78 %. Beje, šis rodiklis ir buvo geriausias tais metais, kadangi inžinerinės pramonės eksportas užėmė 32,79 % visos eksporto rinkos. Visais kitais laikotarpiais inžinerinė pramonė užėmė mažesnę eksporto rinkos dalį. Galima taip pat pastebėti, kad dėl pandemijos 2020 m. sumažėjo eksporto kiekiai.

Inžinerinės pramonės importo apimtys ir importo dalies kitimą visoje Lietuvos importo struktūroje 2016–2020 m. iliustruoja 4 pav.



**4 pav.** Lietuvos importo ir inžinerinės pramonės importo apimtys 2016–2020 m. laikotarpiu (mlrd. Eur) ir inžinerinės pramonės importo dalis visoje Lietuvos importo struktūroje % (Lietuvos statistikos departamentas, 2021)



Pastebimas nestabilus inžinerinės pramonės importo dalies kitimas. 2017 m. importo apimtis išaugo 0,93 % palyginus su 2016 m. 2018 m. pastebimas nežymus inžinerinės pramonės importo apimties kritimas -0,64 % palyginus su 2017 m. 2019 m. importo dalis pakilo 0,51 % lyginant su 2018 m. 2020 m. inžinerinės pramonės importo dalis pakilo 2,96 %. Be to, šis rodiklis ir buvo aukščiausias tais metais, kadangi inžinerinės pramonės importas užėmė 42,77 % visos importo rinkos. Visais kitais laikotarpiais inžinerinė pramonė užėmė mažesnę importo rinkos dalį. Galima taip pat pastebėti, kad dėl pandemijos 2020 m. sumažėjo importo kiekiai. Didesni importo nei eksporto kiekiai gali parodyti, kad Lietuvos inžinerinės pramonės šakų pagaminta produkcija patiria didelę konkurenciją su užsienio šalyse pagaminta produkcija.

Įvertinus eksporto ir importo rodiklius galima atkreipti dėmesį, kad abu jie tarpusavyje koreliuoja. Eksporto apimtims didėjant auga ir importas, ir atvirkščiai.

Toliau pateikiama pramonės šakų ekonominių rodiklių apžvalga, remiantis LINPRA (2021) duomenimis. Lietuvos inžinerinės pramonės įmonių apyvarta 2020 m. siekė 4,5 mlrd. eurų (nesikeitė palyginus su 2019 m.) ir sudarė apie 6 proc. Lietuvos BVP. Inžinerinės pramonės produkcija (apie 75 proc.) daugiausia eksportuojama. 2020 m. eksporto apimtis išaugo 1,4 proc. palyginus su 2019 m. ir siekė 3,39 mlrd. eurų, o tai sudaro apie 23 proc. viso eksporto Lietuvoje. Inžinerinės pramonės įmonėse yra apie 53 tūkst. darbuotojų, o jų vidutinis darbo užmokestis yra apie 14 proc. aukštesnis negu bendrai Lietuvoje (LINPRA, 2021).

Vertinant Lietuvos inžinerinės pramonės šakų nuoseklią plėtrą, svarbu analizuoti, kokie vidiniai ir išoriniai veiksniai skatina ar stabdo šį procesą. Visgi yra gana mažai mokslinių tyrimų šia tema. Toliau pateikiami atliktų mokslinių tyrimų pateikti rezultatai.

VšĮ Panevėžio plėtros agentūra (2020), vertindama vieną iš inžinerinės pramonės sektorių (C28 Niekur kitur nepriskirtų mašinų ir įrangos gamyba), teigia, kad didelę įtaką šiam sektoriui turės Pramonė 4.0, kadangi diegiamos naujos automatizuotos technologijos patobulins gamybos procesus, didins gamybos našumą. Dėl šios priežasties yra svarbus kvalifikuoto personalo, gebančio valdyti naują ir automatizuotą techniką, rengimas.

Pagal Lietuvos inžinerijos ir technologijų pramonės asociacijos LINPRA (2013) įgyvendinamą projektą buvo tiriama mokslinės pažangos įtaka ir investicijų į MTEP aktualumas inžinerinės pramonės sektoriui. Įvardijamos šios didelio poveikio ateities technologijos: nanotechnologijos, mikroelektronika ir nanoelektronika, fotonika, pažangios technologijos, biotechnologijos. Inžinerinės pramonės sektoriuje veikiančios technologijos turėtų būti aukšto lygio, tausoti aplinką, kurti pridėtinę vertę, savarankiškai organizuoti, efektyviai naudoti energiją ir išteklius, gerinti vadybos efektyvumą. Atlikti Lietuvos inžinerijos ir technologijų pramonės asociacijos LINPRA (2013) tyrimai parodė, kad įmonės daugiausia investuoja į įrengimų įsigijimą, tačiau vis dar nepakankamai į MTEP. Tačiau investavimas į technologijų inovacijas, galėtų prisidėti prie ekologiškesnių produktų kokybės kūrimo bei padėtų didinti gamybos apimtį naudojant mažiau energijos išteklių. Taip pat, LINPRA (2013) išskiria šiuos ekonominius veiksnius, kurie yra svarbūs pramonės plėtrai: bendroji pridėtinė vertė, užimtumas, darbo našumas, užsienio prekyba, tiesioginės užsienio investicijos.

Lietuvos inovacijų centras (2020) vertino visą apdirbamosios gamybos sektorių, išskirdamas platesnį veiksmų sąrašą. Atlikdamas prognozes vertino apdirbamosios pridėtinės vertės procentinį prieaugį, Lietuvos BVP augimą, eksporto dinamiką, darbuotojų skaičiaus dinamiką, MTEP vykdymo intensyvumą ir panašiai. Tačiau tyrimo metu nustatytos optimistinio, pesimistinio ir realistinio

scenarijaus prognozės (pvz., pateikta prielaida, kad Lietuvos BVP augs apie 1 proc. per metus) buvo pateikiamos pandemijos laikotarpiu, todėl ateityje prognozės turėtų būti peržiūrimos iš naujo. Apibrėžiama, kad Lietuva gali padidinti savo apdirbamosios gamybos įmonių konkurencingumą pasaulyje, siekdama pažangesnių technologijų gamyboje. Taip pat pateikiamos pagrindinės tendencijos, turinčios įtakos šios gamybos pramonės plėtrai: globalizacija, gyventojų senėjimas, tvarumas ir išteklių, finansinė ir valstybės skola, žinios ir technologijos.

*Įvertinus Lietuvos inžinerinės pramonės veiklą charakterizuojančių rodiklių statistiką bei atliktus plėtros veiksnių tyrimus, galima daryti išvadą, kad inžinerinė pramonė vystosi nepakankamai sparčiai, nors įmonių skaičius šiose šakose didėja, darbuotojų atlyginimai yra didesni nei kitose pramonės šakose bei eksporto apimtis auga. Dėl šių priežasčių inžinerinės pramonės įmonės Lietuvoje turi išlikti konkurencingos ir plėsti savo gamybos apimtį ir pardavimus užsienio rinkose. Inžinerinių pramonės šakų dalies bendroje pramonės struktūroje didinimas svarbus užtikrinant tvarų Lietuvos ekonomikos augimą. Tačiau galima išskirti ir problemines sritis, susijusias su inžinerinės pramonės šakų plėtra, tokias kaip studijuojančių inžinerijos srityje asmenų mažėjimas, nepakankamas išlaidas MTEP veiklai. Taip pat atkreiptinas dėmesys, kad mokslinių tyrimų, vertinančių Lietuvos inžinerinių pramonės šakų būklę bei plėtros veiksnius, nėra daug.*

## **1.2. Lietuvos inžinerinių pramonės šakų plėtros problematika**

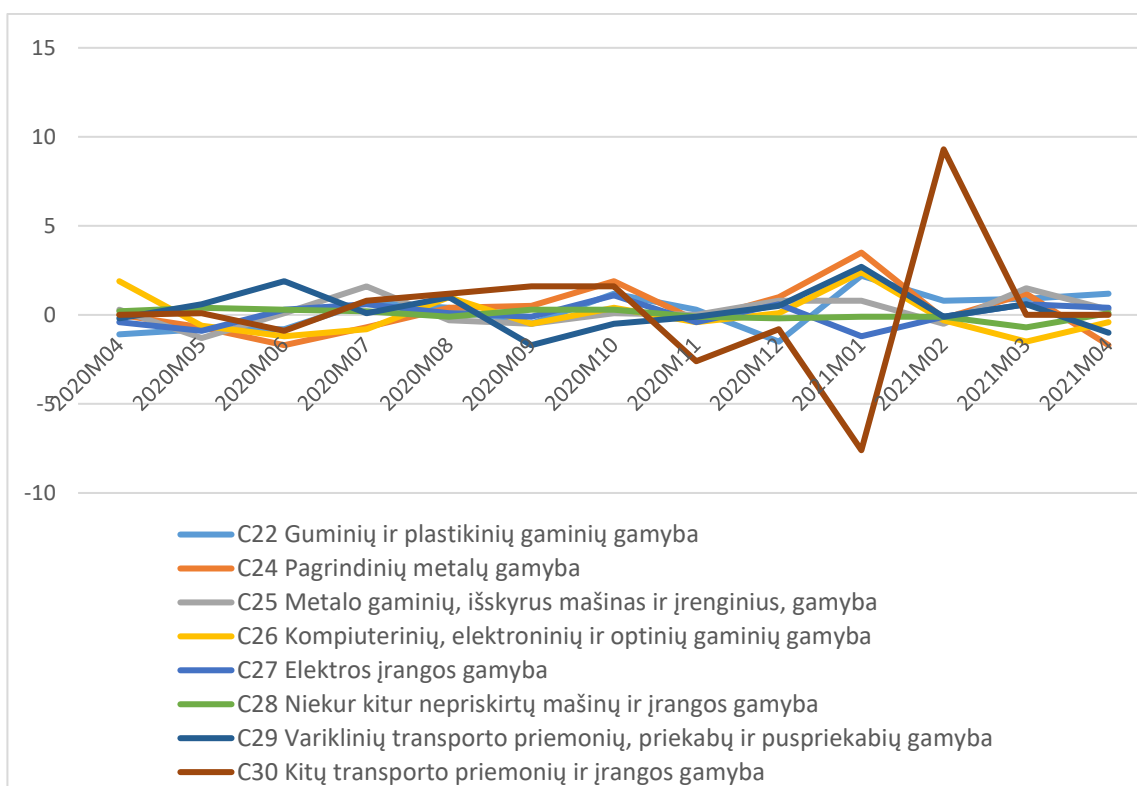
Sėkmingai inžinerinės pramonės sektoriaus plėtrai trukdo įvairios problemos. Šiame skyriuje pateikiamos aktualiausios problemos, siejant jas su ekonomiais rodikliais.

Pasaulinė pandemija sukėlė tam tikrų pasekmių, kurios bus ilgai patiriamos pramonės veiklose. Pavyzdžiui, brangstančios žaliavos (metalas, plastikas), atskiri komponentai, tiekimo sutrikimai ir panašiai. Taip pat išaugo logistikos (transportavimo) kaštai (konteinerio nuoma dėl jų trūkumo pabrango 2–3 kartus). Nors plastiko kainos kyla, Lietuvos plastiko ir gumos pramonės įmonėse dirba apie 9,5 tūkst. žmonių ir per metus pagaminama produkcijos už 1,14 mlrd. eurų. Pagal Lietuvos statistikos departamento duomenis, 2020 m. guminių ir plastikinių gaminių eksportas siekė 808 mln. eurų ir buvo 2,9 proc. didesnis nei 2019 m. Pagal tai, galima teigti, kad inžinerinė pramonė prisitaikė prie pandemijos gana greitai ir lanksčiai ir šiuo metu atsigauna, todėl netolimoje ateityje tikimasi optimistiškų prognozių. Svarbu paminėti, kad inžinerinės pramonės įmonės reaguoja į vykstančius pokyčius, susijusius su Pramonė 4.0 revoliucija, kuriais remiantis gamybos procesų skaitmenizavimas ir automatizavimas tampa neatsiejamas nuo realaus laiko duomenų integravimo į gamybos procesą, kas skatina ištikus esminiams pokyčiams rinkoje veikti čia ir dabar. Todėl įmonėms, kurios reaguoja į rinkos reikalavimus Pramonė 4.0 kontekste lengviau sekasi įveikti pandemijos iššūkius (LINPRA, 2021).

Nuo 2021 m. kovo iki rugsėjo mėn. infliacijos lygis Lietuvoje žymiai pakilo. Infliacijos padidėjimui daugiausiai įtakos turėjo naftos ir kitų žaliavų, kaip įvairių metalų (aliuminio, vario, plieno ir pan.), skirtų inžinerinės pramonės prekių gamybai, kainos augimas. Išaugusios žaliavų kainos sąlygoja pramonės prekių kainų augimą. Pandemijos protrūkiai sukėlė ir laikinus tiekimo sutrikimus, kas taip pat lėmė pramoninių prekių kainos augimą. Tačiau, po truputį atsigaunant pasaulinei gamybai išaugo ne tik žaliavų, bet ir gamybos komponentų ir transportavimo paslaugų paklausa, viršijančią pasiūlą, todėl išaugo pramonės prekių kainos ir pristatymo terminai. Dėl šios priežasties, įmonės turėtų atsakingai planuoti pristatymo ir gamybos terminus, nes žaliavų pristatymas, reikalingas gamybos procesams, trunka ilgiau. Tačiau, inžinerinės pramonės prekių augimą, lemia ne tik išaugusios žaliavų

kainos, bet tai, kad vis dar trūksta puslaidininkių, kurių poreikį paskatino padidėjusi televizorių, žaidimų konsolių ar kompiuterių paklausa (Lietuvos bankas, 2021).

Žaliavų brangimas bei tiekimo sutrikimai gali lemti kainų pokyčių šuolius. Todėl toliau palyginimui pateikiami naujausių inžinerinės pramonės produkcijos kainų indeksų pokyčiai (4 pav.).



**5 pav.** Gamintojų parduotos pramonės produkcijos kainų indekso pokyčiai, lyginant su ankstesniu laikotarpiu, proc. (Lietuvos statistikos departamentas, 2021)

Pagal pateikto 5 pav. duomenis, galima teigti, kad visos inžinerijos sektoriaus ekonominių veiklų gamybos šakos patyrė netolygius svyravimus. Tačiau, didžiausius svyravimus patyrė kitų transporto priemonių ir įrangos gamybos sektorius (C30). 2021 metais, sausio mėn. kainų pokytis, lyginant su praėjusiu mėnesiu siekė -7,6 proc. Kitą mėnesį kaina pakilo 9,3 proc. 2021 m. kovo ir balandžio mėnesiais šiame sektoriuje, kainų indeksas nesikeitė. Stabiliausia, kainų indekso svyravimų atžvilgiu, gamybos šaka – niekur kitur nepriskirtų mašinų ir įrangos gamyba (C28), kadangi rodiklis niekada nesiekė 1 procento kaitos. Taigi, pagal pateiktus duomenimis, galima teigti, kad logistikos sutrikimai bei brangstančios žaliavos turėjo įtakos inžinerinės pramonės produkcijos kainų indekso pokyčių svyravimams. Tačiau, kainų indekso pokytis taip pat parodė kaip lanksčiai ir greitai gali reaguoti įmonės, prisitaikydamos prie rinkos.

Kita pramonės problema – inžinerijos specialistų trūkumas ateityje. Nors inžinerinės pramonės specialistai vidutiniškai uždirba 14 % daugiau už bendrą Lietuvos vidurkį, tačiau tik apie 20 % studentų, baigusių šios srities mokslus sugeba įsidarbinti pagal specialybę. Galimos kelios to priežastys. Pirmoji – įstojusieji yra prastai pasirengę, kas reiškia, kad jie turi nepakankamas pradines žinias apie tiksluosius mokslus. Antroji – ruošiamų specialistų žinios ir gebėjimai dažnai netenkina rinkoje, esančių poreikių. Pagal ankstesniame poskyryje pateiktus stojančiųjų į inžinerijos mokslus rodiklius, galima teigti, kad studijų patrauklumas mažėja, o jeigu įsidarbinimo, baigus studijas, procentas taip pat ir toliau išlieka žemas, vadinasi, augant inžinerijos specialistų poreikiui, norinčių

dirbti srityje mažės, dėl ko ateityje gali pritrūkti šios aukštos kvalifikacijos darbuotojų (Investuok Lietuvoje, 2019).

Inžinerijos specialistų trūkumas ateityje gali pasireikšti ir dėl to, kad šios srities mokslais susidomi ir pasirenka studijuoti tik šeštadalis Lietuvos moksleivių, o jų pasiekti mokymosi rezultatai yra žemesni nei EBPO (Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacijos) vidurkis. Dėl to, galima teigti, kad būsimieji inžinieriai yra prasčiau paruošiami lyginant su kitomis studijų sritimis (Dėl investicijų skatinimo ir pramonės plėtros 2014–2020 metų programos patvirtinimo, 2014 m. rugsėjo 17 d. Nr. 986, 2018).

Studentai Lietuvoje įgauna teorines žinias, atitinkančias inžinerinės pramonės poreikius. Tačiau, studentams trūksta praktinių gebėjimų, dirbant gamybos procese. Automobilių dalių gamybos įmonės Lietuvoje, papildomai patiria lėšų, laiko ir žmogiškojo kapitalo parengimo darbui sąnaudas, dėl to, kad turi studentus tinkamai apmokyti ir paruošti darbui. Visgi, studentai nėra pakankamai parengiami, kad kurti aukštą pridėtinę vertę ir labai geros kokybės produktus. Lietuvos universitetai neturi vieningos strategijos, skirtos praktinių įgūdžių problemai spręsti (Kurk Lietuvai, 2020).

Lietuvoje trūksta startuolių inžinerinės pramonės srityje. Šios srities startuoliams reikia brangių laboratorijų ir žinių bazės, kuriuos teikia mokslų centrai. Šiems mokslų centrams taip pat pritrūksta lėšų, atsverti šiuos poreikius. Tai išlieka didele problema, Lietuvai norint prisidėti prie aukštos pridėtinės vertės produktų kūrimo (Kurk Lietuvai, 2020).

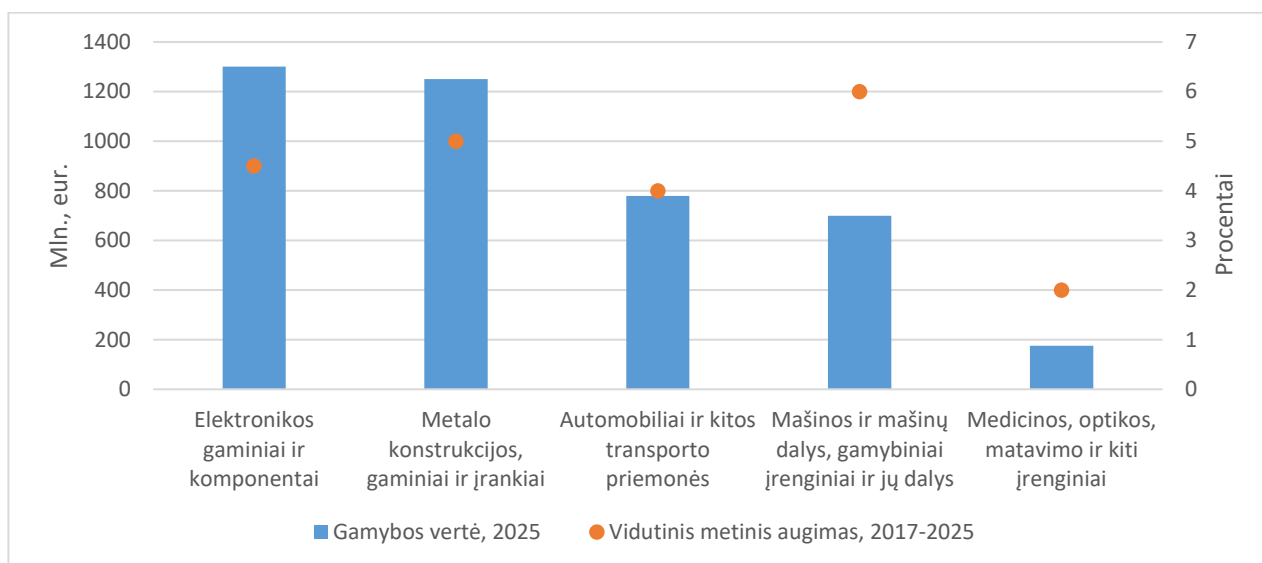
„Automobilinės pramonės plėtrą (ypač aukštos pridėtinės vertės) paskatintų žinių bazės auginimas, kompetencijų centrų steigimu ir jų plėtra. Taip pat, didesnis kiekis lėšų mokslinei veiklai bei švietimui. Šiuo metu užsienio kapitalo gamybos įmonės dalinai kompensuoja šiuos aspektus, tačiau tai nėra tvari ir ilgalaikė strategija“ (Kurk Lietuvai, 2020). Visgi, didelė problema ieškant investuotojų tai, kad kartais Lietuva yra užsieniečių nepastebima šalis, todėl turėtų būti skiriamas „didesnis dėmesys Lietuvos įvaizdžio kūrimui ir rinkodarai pramonės nišose, kuriose siekiame prisitraukti užsienio investuotojų“ (Kurk Lietuvai, 2020).

Svarbu paminėti ir tai, kad technologinė pažanga skatina reikalingų aukštos kvalifikacijos darbuotojų skaičiaus augimą ir jų funkcijoms atlikti naujų reikalingų kompetencijų kūrimą. „Įmonės prognozavo, kad pasikartojančias funkcijas perėmus mašinoms vis aktualesni taps aukštą kvalifikaciją turintys bei sudėtingesnes, kūrybiškumo ir tarpdisciplininio mąstymo reikalaujančias užduotis atlikti gebantys inžinerijos specialistai. Penkerių metų perspektyvoje inžinerinės pramonės įmonėse labiausiai išaugs robotikos inžinierių, duomenų analitikų ir informacinių technologijų specialistų poreikis, o technines užduotis atliekančių žemos kvalifikacijos specialistų – mechanikų, taisytojų, šaltkalvių, suvirintojų – svarba įmonėse mažės“ (Investuok Lietuvoje, 2019).

Pagal „Linpra“ (2013) įgyvendinamą projektą buvo nustatytos šios pagrindinės inžinerinės pramonės sektoriaus vertės kūrimo grandinės problemos: nepakankamai investuojama į MTEP, žemas darbo produktyvumas, kvalifikuotos darbo jėgos trūkumas, nepakankamai pritraukiama tiesioginių užsienio investicijų, didelė mokesčių našta, aukšti darbo jėgos apmokestinimo mokesčiai, nuosavo prekės ženklo neturėjimas. Nors situacija Lietuvoje šiuo metu gerėja, pastebėta, kad įvardintos problemos egzistuoja iki šiol.

Toliau 6 pav. pateikiamos prognozės inžinerinės pramonės sektoriuje iki 2025 m., taip siekiant nustatyti, kaip esamos sektoriaus problemos veikia numatytus augimus. Pagal diagramą, galima

matyti, kokia šiuo metu yra pagamintos produkcijos vertė įvairiose pramonės šakose bei augimo tempai kiekvienoje iš jų (Liuima, 2017).



**6 pav.** Didžiausių inžinerinės pramonės šakų produkcijos vertė mln. Eur ir prognozuojamas augimas proc., 2025 (Liuima, 2017)

Pagal 6 pav., galima matyti, kad visuose sektoriuose produkcijos vertė ir prognozuojamas augimas gana nemažai skiriasi. Prognozuojama, kad mašinų, gamybinių įrenginių produkcijos vertė augs sparčiausiai, tam įtakos turės investicijos bei nauji robotikos gaminiai. Lėčiausiai augs medicinos, optikos, matavimo įrenginių vertė. Pagal numatytas tendencijas, inžinerinė pramonė išlaikys savo augimo tempus.

Prognozuojama, kad inžinerinė pramonė iki 2025 m. toliau augs (vidutiniškai apie 5 proc. kasmet). Visgi, nepaisant gerų perspektyvų, gamybos apimtys galėtų augti sparčiau, tačiau reikalinga atsižvelgti į problemas, tokias kaip kvalifikuotų specialistų trūkumas inžinerinės pramonės įmonėse, bei nepakankamas ES lėšų skyrimas šiai pramonei (Liuima, 2017).

*Taigi, pagrindinės inžinerinės pramonės problemos yra žaliavų ir komplektuojančių dalių brangimas, logistikos sutrikimai, inžinerijos specialistų pasiūlos trūkumas, jaunųjų inžinierių praktinių įgūdžių stoka, nepakankamos investicijos sektoriuje. Kai kurios problemos yra lengviau išsprendžiamos dėl įmonių lankstumo, tačiau tikėtina, kad pandemijos sukeltos pasekmės bei procesai, vykstantys globalioje rinkoje, tokie kaip paklausos pokyčiai, kapitalo srautai, situacija žaliavų rinkoje, turės įtakos ir tolesnėms veiklos prognozėms.*

## **2. Pramonės šakų plėtros veiksniai teoriniu aspektu Pramonė 4.0 kontekste**

Pramonės šakų plėtrą lemia įvairiausi veiksniai, kurių yra tikrai nemažai, todėl svarbu atlikti mokslinės literatūros apžvalgą, kad galima būtų nustatyti jų pobūdį ir įtaką inžinerinės pramonės įmonėms.

Šiame darbo skyriuje analizuojama inžinerinės pramonės šakų plėtra, išskiriant ją lemiančius veiksnius. Taip pat atliekama inžinerinės pramonės plėtros sąsaja su konkurencingumu ir Pramonė 4.0 įtaka.

### **2.1. Pramonės šakų plėtros ir konkurencingumo sąsajos bei svarba**

Pirmiausia, reikėtų apibrėžti konkurencingumo, turinčio didelį poveikį galimai plėtrai ateityje, sampratą. Konkurencingumas suvokiamas kaip organizacijos ar šalies kompetencija gaminti ir parduoti rinkos kokybę atitinkančius gaminius/paslaugas tomis pačiomis arba žemesnėmis kainomis ir maksimaliai padidinti jų gamybai sunaudotų išteklių grąžą. Konkurencingumas yra įmonės gebėjimas, lyginant su konkurentais, pasiūlyti didesnės vertės produktus už vienodą ar mažesnę kainą ir sukurti konkurencines pozicijas, kurios padėtų pasiekti geresnius ekonominius rezultatus. Paprasčiau tariant, tai yra būdas pasiekti organizacijos pranašumą prieš likusius konkurentus (IGI Global, 2021).

Pramonės konkurencingumo samprata tarptautiniame kontekste apibūdinama įvairiapusė. Autoriai Zhang, London (2013) teigia, kad pramonės konkurencingumas yra konkrečios šalies pramonės sugebėjimas patenkinti produktų paklausą tarptautinėje rinkoje ir užtikrinti nuolatinį pelno gavimą, pagal pažangesnius pajėgumus ir gamybos efektyvumo lygį, lyginant su kitomis laisvosios prekybos tarptautinės rinkos šalimis. Valodkienė ir Snieška (2012) teigia, kad pramonės konkurencingumas ypač ekonomikos nuosmukio metu, palaiko ekonominį stabilumą ir skatina tolesnę ekonomikos plėtrą. Taip pat šalies pramonės konkurencingumas užtikrina gyventojų pragyvenimo lygio augimą. European Economic and Social Committee (2015) teigia, kad vykstanti pramonės revoliucija skatina palankesnę inovacijų diegimą, todėl ES turėtų didinti paramą inovacijoms. European Commission (2017) nurodo, kad pramonė atsakinga už darbo vietų augimą, todėl investuoti į inovacijas pramonėje yra aktualu, norint išlaikyti tinkamą konkurencingumo lygį šalyje. Taigi, pramonės konkurencingumo įtaka tarptautinėje rinkoje daugiausiai veikia ekonomikos augimą, aukštą pragyvenimo lygį ir inovacijų diegimą.

Zhang, London (2013) teigia, kad pramonės konkurencingumas tai nuolatinio pelno gavimo užtikrinimas, pasiekiamas pagal naudojamus pažangius gamybinius pajėgumus. Pramonė yra konkurencinga, jei ji geba lengvai įsigyti reikiamų išteklių ir juos tinkamai paskirstyti. Ivanova, Mackay, Platonova, ir Elagina (2017) teigia, kad pramonės plėtra skatinama ekonomikos augimu. Vadinasi, įmonių konkurencingumas lemia ekonomikos augimą, kuris teigiamai veikia pramonės sektoriaus plėtrą. Analizuojant šiuos mokslinius straipsnius, pastebėta, kad autoriai pramonės plėtrą glaudžiai sieja su jos konkurencingumu. Kuo pramonės įmonė konkurencingesnė, tuo daugiau galimybių jos plėtrai.

Inžinerinės pramonės įmonių konkurencingumo vertinimui atlikti, aktualus konkrečių veiksmų pasirinkimas. Konkurencingumui vertinti galima išskirti šiuos veiksnius (Ecsip consortium, 2013):

- Kainų konkurencingumas ir bendrasis produktyvumas;

- veikla tarptautinėje prekyboje ir svarbiose pardavimo rinkose;
- technologijų būklė ir lygmuo pasaulinėje konkurencijoje;
- gamybos veiksnių prieinamumas ir kokybė;
- įmonių finansiniai rezultatai, likvidumas ir mokumas;
- darbo pasidalijimas, konkurencingos grupės ir darba, struktūriniai elementai, itin svarbūs ilgalaikiam inžinerinės pramonės įmonių veikimui (Ecsip consortium, 2013).

Inžinerinė pramonė turi daugybę segmentų ir gali būti suskirstyta į dvi pagrindines dalis: sunkiąją pramonę ir lengvąją pramonę. Sunkioji inžinerinė pramonė apima didelės apimties produktus, kaip didžiulių mašinų įrankius, milžiniškas pramonės infrastruktūras, didžiulius kompleksus su daugybe procesų po vienu stogu (Infomeric ratings, 2019). Kadangi sunkiosios pramonės sektorius dėl jame esančių sudėtingesnių procesų turi svarbesnę reikšmę, nei lengvosios, atliekama išsamesnė jo analizė. Technosoft Engineering Projects Ltd (2020) išskiria sunkiosios inžinerinės pramonės įmonių privalumus, naudą, pateikia iššūkius, susidariusius dėl konkurencingos rinkos aplinkos.

Esminis sunkiųjų inžinerinių produktų kūrimo veiksnys yra sektoriaus formuojami konkurenciniai pranašumai. Vieni iš iššūkių, su kuriais susiduria sunkioji inžinerijos pramonė, yra pasirinkti tinkamą komandą, platintojus ir sudaryti tiekimo grandinę, skirtą produktų kūrimui ir tobulinimui. Bendradarbiavimo tarp komandos, klientų ir kitų suinteresuotųjų šalių trūkumas kelia pavojų produktui, nes apriboja jo kūrimą. Dėl to prarandamos pajamos, sumažėja reagavimo į rinkos pokyčius lankstumas ir atsiranda kliūčių naujovėms. Koordinavimo tarp projektuotojų, gamintojų ir pardavėjų trūkumas sukuria neefektyvų išteklių panaudojimą ir įdėtų darbo pastangų dubliavimąsi (Technosoft Engineering Projects Ltd, 2020).

Didesnis bendradarbiavimas tarp visų suinteresuotų šalių, kuriant sunkiųjų inžinerinių produktų apsaugą nuo galimų darbuotojų klaidų, perteklinio produktų kiekio pagaminimo ir padeda sukurti struktūrizuotą informacijos šaltinį. Taip pat, laikantis fiksuoto grafiko, pratęsimas efektyvus terminų planavimas. Tai leidžia dalytis informacija visoje įmonėje ir užtikrina greitesnę prieigą prie klientų poreikių nustatymo. Bendradarbiavimo įgalinimas sumažina gamybos sąnaudas ir didina inovacijų kiekį (Technosoft Engineering Projects Ltd, 2020).

Konkurencinga rinka sunkiajai inžinerijos pramonei yra naudingas iššūkis. Kadangi rinka be konkurencijos stabdo pramonės plėtrą, inovacijas ir našumą. Sunkiosios inžinerijos produktai nuolat tobulinami ir teikia begalę procesinių sprendimų įvairioms pramonės šakoms visame pasaulyje. Konkurencinga rinka padidina pardavimus ir pelną. Tokiu būdu skatinama privataus sektoriaus plėtra ir ekonomikos augimas. Tačiau tam tikra vyriausybės politika, teisės aktai ir netinkamas įmonių elgesys destabilizuoja konkurencinę rinką ir pardavimus (Technosoft Engineering Projects Ltd, 2020).

Konkurencinga rinka leidžia įmonėms panaudoti savo išteklius novatoriškų produktų ir paslaugų kūrimui, kas padeda perimti geresnes technologijas ir praktiką. Konkurencinga rinka užtikrina teisingos produkto rinkos kainos atradimą ir pritraukia pajamas tvariam verslui. Vyriausybei tenka pagrindinis vaidmuo užtikrinant tinkamą rinkos praktiką visapusiškam verslo augimui. Gera nacionalinė konkurencingumo politika leidžia geriau atrasti rinką (Technosoft Engineering Projects Ltd, 2020).

Toliau, reikėtų įvertinti pramonės plėtros reikšmingumą. Apdirbamosios gamybos sektorius (kuriam priklauso ir inžinerinės pramonės sektorius) yra ekonomikos augimo raktas ir integracinio bei tvaraus

vystymosi pagrindas. Šios pramonės plėtra taip pat suteikia daug papildomos socialinės ir aplinkosauginės naudos. Dauguma inovacijų ir technologijų pažangos kyla iš apdirbamosios gamybos sektoriaus. Sėkmingas pramonės sektoriaus vystymasis reikalauja palankios aplinkos infrastruktūros, patekimo į rinką, žmogiškojo kapitalo ir pajėgumų, taip pat įgalinančios reguliavimo sistemos (Yong, 2020).

Yra autorių (Biswas, 2012; Rosen, 2012), teigiančių, kad pramonės plėtra turi vystytis darniai, taip siekiant, užtikrinti, kad būtų suteikiama papildoma reikšmė ekologiniams aspektams. Be to, darnus vystymasis turi teigiamą reikšmę įmonės konkurencingumui ilgalaikėje perspektyvoje. Biswas (2012) teigia, kad jau studijų metais būsimi inžinieriai turi įgyti pakankamai žinių, kad galėtų pritaikyti ekologinius sprendimus praktikoje. Naujų technologijų kūrimas gali vykti tik tuo atveju, jei technologai ir inžinieriai gerai supras tų, kuriems naujosios technologijos turės įtakos, poreikius. Inžinerinės inovacijos turi reaguoti į socialinę paklausą, atsižvelgiant į ekologinius ir ekonominius principus.

Inžinerijos pramonės įmonėse turi būti naudojami tvarūs ištekliai (ištekliai, gaunami iš gamtos, kaip vanduo, perdirbtos medžiagos ir energija), atliekami tvarūs procesai (tai reiškia, kad naudojami inžineriniai procesai turi turėti tvarias charakteristikas, susijusias su jų operacijomis ir žingsniais bei naudojama energija ir medžiagomis). Taip pat svarbu didinti efektyvumą, atliekant tokias veiklas kaip išteklių tausojimas, geresnis išteklių valdymas, išteklių paklausos valdymas, išteklių pakeitimas, efektyvesnis išteklių panaudojimas tiek kiekybės, tiek kokybės požiūriu. Darniam pramonės vystymuisi aktualu rasti būdų mažinti poveikį aplinkai (klimato kaitai, ozono sluoksnio ardymui ir kt.). Daugelis kitų darnumo veiksnių yra susiję su inžineriniais procesais, todėl į juos reikia atsižvelgti siekiant inžinerinio tvarumo. Pavyzdžiui, ekonominis įperkamumas, nuosavas kapitalas, didėjančių išteklių poreikių patenkinimas, saugumas, bendruomenės įsitraukimas ir socialinis priimtumas, žmogaus poreikių tenkinimas, tinkamas žemės naudojimas, estetika, gyvenimo būdai, gyventojų skaičius (Rosen, 2012).

Siekiant įgyvendinti darnaus vystymosi strategijas, įmonėms gali tekti kurti naujas technologijas, įskaitant: naudoti aplinkai nekenksmingas medžiagas ir produktus, pritaikyti savo sistemas, įdarbinti daugiau ir kitokio personalo, gerinti darbuotojų gerovę ir taip toliau. Visos šios iniciatyvos gali padidinti sąnaudas ir potencialiai būti įmonių konkurencingumo trūkumu, palyginti su kitomis įmonėmis, kurios nenaudoja savo išteklių tvarumo tikslams pasiekti. Tačiau tobulėjant pramonės standartams ir įgyvendinus naują politiką, visos įmonės galiausiai turės pasiekti tam tikrą standartą, o taisyklių nesilaikymas neigiamai paveiks įmones. Spėjama, kad įmonių iniciatyvos siekiant tvarumo gali būti naudingos ilgalaikiam įmonės vystymuisi ir tvariam konkurenciniam pranašumui. Darnus vystymasis gali daryti įtaką visoms socialinėms ir ekonominėms sritims. Įmonės lygmeniu darnaus vystymosi strategija gali suteikti įmonėms konkurencinį pranašumą. Jei įmonės lygiu yra įsipareigojama siekti tvaraus vystymosi, pramonės konkurencingumui taip pat turėtų būti jaučiamas didelis poveikis (Zhang, London, 2013).

Nuolatinis konkurencingumas reiškia tvarius konkurencinius pranašumus, savybes ar įmonės turto galimybes, kurias sunku nukopijuoti ar pranokti ir kuri suteikia ilgalaikę ar pranašesnę poziciją prieš konkurentus. Nuolatinis konkurencingumas paprastai vyksta per tris etapus: konkurencingumo formavimąsi, konkurencingumo palaikymą ir konkurencingumo nykimą. Pagrindinės techninės galimybės yra būtinos ir pakankamos galimybės užtikrinti, kad organizacijos galėtų pasinaudoti besikeičiančiomis technologijų ir paslaugų rinkomis, kad palaipsniui įgytų verslo pranašumą.



Technologijų inovacijų pajėgumų gerinimas skatina pramonės plėtrą. Pagrindinės techninės galimybės yra labai svarbios pardavėjo valdomų mažmeninės prekybos įmonių veiklai. Esminės techninės galimybės vaidina labai svarbų vaidmenį gerinant įmonių konkurencingumą. Technologijų įsisavinimas, verslininkų motyvacijos, verslo planai ir bendradarbiavimas mokslinių tyrimų ir plėtros veikloje yra svarbūs plėtros veiksniai. Nesunku pastebėti, kad esminis įmonės technologinis pajėgumas yra būtina tvaraus konkurencingumo sąlyga ir svarbi įmonės plėtros garantija. Todėl labai svarbu suprasti pagrindinių technologijų pajėgumų įtaką tvariam įmonės konkurenciniam pranašumui (Liu, Yang, 2021).

Vystantis ekonominei integracijai ir globalizacijai bei nuolat spartėjant produktų ir technologijų atnaujinimui, konkurencija, su kuria susiduria aukštųjų technologijų įmonės, darosi vis aštresnė, o įmonėms vis sunkiau įgyti tvarių konkurencinių pranašumų. Aukštųjų technologijų įmonių pagrindinių techninių galimybių nustatymas gali padėti įmonėms visapusiškai išnaudoti savo išteklius bei galimybes, kad įgyti tvarų konkurencinį pranašumą. Aukštųjų technologijų pramonės šakose įmonės turi sutelkti dėmesį į rinkos pažinimo, strateginio planavimo, valdymo veiklos ir visapusiškos rinkodaros gebėjimų ugdymą (Liu, Yang, 2021).

Toliau pateikiama tiesioginė pagrindinių techninių galimybių įtaka tvariam konkurenciniam pranašumui (Liu, Yang, 2021):

- Rinkos aplinka, kurioje yra aukštųjų technologijų įmonės, turi didelį neapibrėžtumo laipsnį, o rinkos suvokimas gali padėti joms gauti išsamią vartotojų ir konkurentų informaciją;
- strateginio planavimo gebėjimai siekia darnaus įmonės vystymosi, formuojant ir įgyvendinant strategijas;
- organizacijos nariai bendrauja ir bendradarbiauja vieni su kitais, kad suvoktų įmonės naudą ir suvoktų įmonės gebėjimą prisitaikyti prie rinkos, veikiant dinamiškoms rinkodaros galimybėms, taip padėdami įmonei formuoti tvarų konkurencinį pranašumą (Liu, Yang, 2021).

Aukštųjų technologijų įmonės daro didžiausią tiesioginį ir reikšmingiausią poveikį tvariam konkurenciniam pranašumui per rinkos suvokimą, strateginio planavimo, valdymo ir veiklos, visapusiškos rinkodaros ir dinamiškos rinkodaros galimybes (Liu, Yang, 2021).

Toliau pateikiamas netiesioginis pagrindinių techninių galimybių poveikis tvariam konkurenciniam pranašumui (Liu, Yang, 2021):

- Strateginio planavimo gebėjimas turi didžiausią įtaką tvariai konkurencijai, nes įmonių organizacinės inovacijos turi didelį neapibrėžtumą ir riziką, o tai labiau akivaizdu neramioje rinkos aplinkoje, kurioje įsikūrusios aukštųjų technologijų įmonės. Tai paaiškina priežastį, kodėl strateginės technologinės galimybės turi didžiausią įtaką organizacijos naujovėms;
- didelę įtaką organizacinėms inovacijoms turi įmonių valdymas;
- organizacinių inovacijų formuojamų įmonių veiklos rezultatai vis aukštesni, o konkurencinis pranašumas ryškėja; matyti, kad įmonių organizacinės inovacijos neišvengiamai daro didelę įtaką tvariam konkurenciniam pranašumui (Liu, Yang, 2021).

*Taigi, apibendrinant galima teigti, kad konkurencingumas ir pramonės plėtra glaudžiai siejasi, kadangi abu tarpusavyje vienas su kitu koreliuoja. Pramonės įmonės konkurencingumas lemia jos plėtros efektyvumą ir atvirkščiai. Dėl pramonės plėtros didinamas įmonių pelnas, kuriamos naujos*

*įmonės, auga inovacijų kiekis šalyje ir didėja eksporto apimtis. Dėl visų šių paminėtų priežasčių stiprinama ir šalies ekonomika bei užtikrinamas jos augimas. Kita vertus, reikia užtikrinti, kad pramonės plėtra (ypač inžinerinės pramonės įmonių plėtra, kadangi jose atliekami dideli technologiniai procesai, reikalaujantis nemažai išteklių) vystytųsi remiantis darnumo principais, kurie formuotų pramonės konkurencingumo pranašumus bei skatintų naudą šalies aplinkosauginei gerovei.*

## **2.2. Pramonės šakų plėtros vidiniai veiksniai**

Šiame poskyryje pateikiama vidinių plėtros veiksnių analizė. Remiamasi, kad pramonės konkurencingumo ir plėtros vidinių veiksnių reikšmė yra vienoda (kadangi ankstesniame poskyryje iškeltas ir patvirtintas teiginys, kad konkurencingumas ir plėtra tarpusavyje glaudžiai siejasi). Taip pat, svarbu paminėti, kadangi dažniausiai būdingi panašūs plėtros veiksniai visoms pramonės šakoms, dėl to remtasi daugiau bendromis teorijomis apie pramonės plėtros vidinius veiksnius, siekiant susieti juos su inžinerinės (aukštųjų technologijų) pramonės įmonėmis.

Įmonių formuojamas konkurencingumas yra pramonės plėtros pagrindas. Autoriai Shabaninejad, Mehralian, Rashidian, Baratimarnani ir Rasekh (2014) atliko tyrimus, išskirdami, kad pramonės šakos ar įmonės konkurencingumą veikia apie 150 veiksnių, todėl iš jų nustatė 10 reikšmingiausių, į kuriuos įeina žmogiškasis kapitalas, gebėjimas diegti inovacijas, administracinė infrastruktūra ir kita.

Pagal Orozco, Serpell ir Molenaar (2011) įmonės konkurencingumo veiksnius galima klasifikuoti į tam tikrus vidinius veiksnius. Autoriai, vidinius veiksnius išskyrė į 7 kategorijas: strateginis valdymas, projekto valdymas, žmogiškųjų išteklių valdymas ir organizacijos kultūra, inovacijos, finansiniai ištekliai, verslo santykiai, derybos dėl kainos. Autoriai López-Gamero ir Molina-Azorín (2018) vertino vidinius veiksnius siejant juos su išoriniais veiksniais pagal jų poveikį aplinkos valdymui bei konkurenciniam pranašumui. Taip pat išskėlė teiginį, kad kuo daugiau įmonė turi savo išteklių, tuo didesnė tikimybė sukurti proaktyvų požiūrį į aplinkos valdymą. Autoriai Stoyanova ir Angelova (2018) analizavo vidinių veiksnių poveikį, išskirdami vidinių veiksnių tipus bei ypatybes.

Vidiniai veiksniai gali visiškai skirtis savo ypatumais ir funkcijomis, todėl aktualu juos sugrupuoti. Vidinės aplinkos analizės elementai paprastai yra skirstomi į toliau pateiktas grupes (Stoyanova ir Angelova, 2018):

- Gamybos (projektų) blokas – nukreiptas į įmonių verslą ir jo rezultatus, įkūnytus tam tikruose inovatyviuose produktuose ir paslaugose (inovacijų projektuose ir programose).
- Funkcinis blokas – išteklių valdymo transformavimas (konvertavimas) į inovatyvius produktus ir paslaugas įmonės darbo metu.
- Išteklių blokas – įmonės materialinių ir techninių, darbo, informacinių ir finansinių išteklių derinys.
- Organizacinis blokas – firmos organizacinė ir valdymo struktūra, verslo procesai, susiję su visomis funkcijomis ir projektais, organizacinė kultūra.
- Valdymo blokas – apima bendrą, operatyvinį ir strateginį įmonės valdymą, valdymo sistemą ir valdymo stilių (Stoyanova ir Angelova, 2018).

Šių blokų pasiskirstymas atskleidžia plėtros veiksnių unikalumą ir skirtumus.

Pagal Baranenko, Dudin, Lyasnikov, Busygin (2014) vidiniai veiksniai apibūdinami kaip pramonės įmonių vidinė aplinka, apimanti reikalingų išteklių, technologijų ir kapitalo sąnaudas. Vidinė pramonės įmonių aplinka galima vadinti išsidėsčiusias pagal organizacines ribas socialiai ir ekonomiškai susistemintų tarpusavyje susijusių ir tarpusavyje patikimų elementų derinį, kurio valdymas užtikrina tvarų šios pramonės struktūros vystymąsi ir subalansuotą augimą. Vidiniai veiksniai turi būti analizuojami atsižvelgiant į pramonės įmonių pasirengimą ir gebėjimą į inovacijas orientuotai plėtrai, kuri įmanoma su proaktyviu valdymu, nukreiptu į pramonės struktūros ateities tyrimus ir formavimą (Baranenko, Dudin, Lyasnikov, Busygin, 2014).

Išoriniai ir vidiniai veiksniai yra svarbi tema šiandieninėje, nuolat besikeičiančioje verslo aplinkoje. Jei įmonė nori išlikti, augti ir didinti savo pelną, ji turi nuolat keisti ir tobulinti savo strategijas. Pokyčių poreikis kyla iš dviejų pagrindinių sandūrų: išorinės ir vidinės aplinkos. Organizacijose vyrauja vidinė aplinka, skirta patenkinti bet kokius išorinės aplinkos prašymus (Islami, Mulolli ir Mustafa, 2018).

Islami, Mulolli ir Mustafa (2018) teigia, kad pagrindiniai pramonės vidiniai veiksniai yra išskirstomi į šias 3 grupes:

1. Fiziniai ištekliai;
2. žmogiškieji ištekliai;
3. organizaciniai ištekliai (Islami, Mulolli ir Mustafa, 2018).

Autoriai Islami, Mulolli ir Mustafa (2018), taip pat atliko tyrimus ir nustatė, kad šie vidiniai veiksniai turi daugiau įtakos įmonės veiklos efektyvumui, nei išorinės aplinkos faktoriai. Įmonės turėtų daugiau investuoti į MTEP veiklą, technologijas ir susitarti dėl praktinės patirties su kitomis įmonėmis, kad pagerintų savo technologinius pajėgumus.

Teoriniu supratimu, organizaciniai ištekliai vidinėje aplinkoje reiškia šiuos išteklius (Stoyanova ir Angelova, 2018):

- Organizacijos materialiniai ištekliai – produktų gamybai skirti ištekliai (žaliavos, medžiagos), įdiegta technika ir įrenginiai, pastatų tipas, biurai, įranga, naudojama energija ir galutinis produktas;
- žmogiškieji ištekliai – žmonės, dirbantys organizacijoje, jų demografinis profilis, kvalifikacijos lygis, koreliacija tarp pagrindinio, pagalbinio ir aptarnaujančio personalo;
- finansiniai ištekliai – koreliacija tarp nuosavo ir skolinto kapitalo, kapitalo panaudojimo struktūra, organizacijos kapitalo apyvarta, investicijų dydis ir kita;
- informaciniai ištekliai – organizacijos žinios (turima informacija ir jos atnaujinimo būdai) apie partnerius, esamus ir būsimus konkurentus, supratimas ar atitinkamais organizacijos kanalais sklindanti informacija yra pakankama ir teisinga, oficialus ir neoficialus įmonės gyvenimas (Stoyanova ir Angelova, 2018).

Teoriniu aspektu, integruotos sistemos ir mechanizmai vidinėje aplinkoje skirstomi į 4 dalis: (Stoyanova ir Angelova, 2018):

- Gamybos technologija – kaip žmonės įtraukiami į materialinių, finansinių ir informacinių išteklių sistemą, kad gamintų gaminį.

- Komunikacijos sistema organizacijoje – kaip organizacijos žmonės sužino apie praeities ir ateities įvykius, apie priimtus sprendimus, kaip vyksta formalus ir neformalus bendravimas.
- Valdymo struktūra – kokios įstaigos ir darbuotojai dalyvauja priimant sprendimus, kaip paskirstomos teisės ir pareigos.
- Organizacijos kultūra – kokios plačiai paplitusios vertybės, įsitikinimai, nuostatos, kaip veikia nerašytos elgesio taisyklės (Stoyanova ir Angelova, 2018).

Shatilo (2019) vidinius veiksnius daugiausia išskirstė pagal atitinkamus įmonės įgūdžius ir kompetencijas. Pateikiamas toks vidinių veiksmų klasifikavimas:

1. Gebėjimas sukurti kokybiškus produktus ir paslaugas.
2. Išskirtinės kompetencijos vertinti ir perduoti žinias.
3. Gebėjimas perteikti vertybes ir tikslus.
4. Patikimumas ir firmų prekinis ženklas (brendas).
5. Gebėjimai vertinti ir naudoti kultūrą.
6. Gebėjimai valdyti žmogiškuosius išteklius.
7. Gebėjimas naudotis technologijomis.
8. Gebėjimai, įgūdžiai, mokymai ir patirtis darbe.
9. Gebėjimai naudotis programine įranga.
10. Gebėjimas kurti verslo planus ir išsiaiškinti, kaip idėjas galima paversti realybe.
11. Gebėjimas analizuoti ir numatyti naujas galimybes.
12. Materialiojo turto įtaka (Shatilo, 2019).

Autorė taip pat apibūdina vidinės aplinkos veiksmų klasifikaciją inovacinių procesų strateginio valdymo įmonės lygmeniu kontekste. Pagal tai vidiniai veiksniai yra personalo įgūdžiai, psichologinis klimatas įmonėje, mokymų organizavimas įmonėje, personalo motyvavimas, kvalifikacija mokslo ir technologijų srityje, rinkodaros, komercinės veiklos valdymo kvalifikacija (Shatilo, 2019).

Vienas svarbiausių inžinerinės pramonės plėtros vidinių veiksmų yra žmogiškojo kapitalo ištekliai – turima darbo jėga. Toliau pateikiamos, svarbiausios inžinerijos specialistui reikalingos kompetencijos šioje pramonėje (Shamshina, 2014):

- 1) Profesinė kompetencija – absolvento teorinių žinių ir praktinio pasirengimo derinys, gebėjimas atlikti visų rūšių profesinę veiklą nustatomas pagal krypties arba rengimo specialybės išsilavinimo standartą (Shamshina, 2014).
- 2) Pasirengimas komunikuoti – literatūrinio ir dalykinio rašymo įgūdžiai bei sklandus kalbos mokėjimas gimtąja kalba, taip pat bent vienos populiariausių užsienio kalbų pasaulyje mokėjimas; gebėjimas rengti techninę dokumentaciją ir ja naudotis; gebėjimas naudotis kompiuteriais ir kita komunikacija bei informacija, įskaitant telekomunikacijų tinklus; psichologijos ir dalykinio bendravimo etikos žinios; įgūdžių, reikalingų valdyti profesinę grupę ar komandą, turėjimas (Shamshina, 2014).
- 3) Išugdomas gebėjimas pasitelkti kūrybiškus metodus, siekiant profesinių užduočių sprendimų; gebėjimas vadovautis nestandartinėmis sąlygomis ir parengti veiksmų planą; pasirengimas įgyvendinti planą ir atsakomybė už jo įgyvendinimą (Shamshina, 2014).

4) Nuolatinis, sąmoningas ir teigiamas ryšis su profesija; nuolatinio tobulėjimo siekis (Shamshina, 2014).

5) Gamybos techninės ir ekonominės analizės, siekiant ją racionalizuoti, optimizuoti ir atnaujinti, metodų bei ekologiško gamybos užtikrinimo metodų ir inžinerinių aplinkos apsaugos priemonių išmanymas (Shamshina, 2014).

6) Modeliavimo, prognozavimo ir projektavimo metodų bei tyrimų ir atitinkamų testų, reikalingų kuriant intelektinę nuosavybę ir medžiagų gamybą, atlikimo metodų išmanymas (Shamshina, 2014).

7) Suvokti mokslo ir pramonės raidos tendencijas ir pagrindines kryptis (Shamshina, 2014).

Visų šių įgūdžių turėjimas paverčia inžinierių paklašiu darbo rinkoje, kadangi tokio darbuotojo turėjimas padeda inžinerinės pramonės plėtros vystymuisi.

Ištekliais pagrįstas strateginis valdymas nurodo, kad įmonė yra sėkminga, jei ji sugeba sukurti ir išlaikyti tam tikrus unikalios gebėjimus, t. y. išteklius ir kompetencijas, kurias konkurentams sunku imituoti. Tai gali lemti mažesnes vieneto sąnaudas, pavyzdžiui, dėl puikių vidinių logistikos sistemų arba dėl firmų gebėjimo kurti unikalios ir novatoriškus produktus. Apskritai, aptariami gebėjimai, išsiskiriantys įmonės vidinėje aplinkoje, ir tai, kaip juos organizuoja vadovai ir kiti įmonės viduje, esantys svarbūs asmenys, kartu nulemia jos padėtį rinkoje (Szczygielski, Grabowski, Woodward, 2013).

**Investicijos į MTEP personalą ir įmonės technologinės naujovės.** Žmogiškojo kapitalo charakteristikos, įskaitant išsilavinimą, žinias ir įgūdžius, ilgą laiką buvo laikomos esminiu verslumo įmonių sėkmės šaltiniu. Tai strateginis turtas, kurio negali imituoti kiti, ir yra vienas iš įmonės dinamiškų technologinių naujovių šaltinių. Pavyzdžiui, įmonės įkūrėjų savybės (įskaitant išsilavinimą, ankstesnę patirtį, amžių ir kompetenciją) gali būti svarbus strateginis tokių įmonių turtas, nes jie kuria įmonių strategijas ir koordinuoja joms įgyvendinti reikalingus išteklius, o kadangi šios įmonės yra mažos, pačių įmonių steigėjų galimybės yra neproporcingai svarbūs ištekliai konkurencinio pranašumo sukūrimui ir ankstyvam augimui. Nors buvo atlikta išsamių tyrimų apie įmonės įkūrėjų kompetencijų įtaką įmonės veiklai, buvo atlikta palyginti mažiau tyrimų apie darbo jėgos įgūdžių ir išteklių įtaką įmonės veiklos rezultatams (Zhu, Wang, Y., Wang, C., 2019).

Tarp vidinių veiksnių, skatinančių įmonės novatorišką veiklą, literatūroje pabrėžiamos žinios, įgūdžiai ir kompetencija, kurią į įmonę atnešė jos darbo jėga, įgyta per ankstesnę patirtį, išsilavinimą, mokymą ir pan. Įmonėms reikia pakankamai kvalifikuotos darbo jėgos, kad galėtų įsisavinti naujas technologines ir rinkos žinias, taip pat kurti ir perduoti naują technologinę informaciją, kuri gali paskatinti inovacinę veiklą. Kvalifikuota darbo jėga formaliojo išsilavinimo ir mokymo požiūriu bei steigėjų žmogiškasis kapitalas, pvz., ankstesnis mokslas ir plėtra, komandos funkcinė įvairovė ir išsilavinimas, yra svarbūs paaiškinant jaunų įmonių novatorišką veiklą įvairiuose žinioms imlių paslaugų ir gamybos sektoriuose. Nesugebėjimas įdarbinti aukštos kokybės darbuotojų (pvz., inžinierių, mokslininkų) gali būti rimta kliūtis tolesniam įmonės augimui ir inovacijoms. Mokslinių tyrimų ir plėtros darbuotojai yra pagrindinis inovacijų pajėgumų didinimo pagrindas; jie yra įmonės gamybos pagrindas. Jų turimos žinios, patirtis ir įgūdžiai yra vertingiausias įmonės išteklius. Kai įmonės investuoja daugiau išteklių į MTEP darbuotojus, labiau tikėtina, kad joms priklausys aukštos kokybės MTEP personalas, o tada naujovių diegimo lygis bus aukštesnis (Zhu, Wang, Y., Wang, C., 2019).

Remiantis aukščiau pateiktomis diskusijomis, autoriai iškėlė hipotezę, kad investicijos į mokslinius tyrimus ir plėtrą parodys reikšmingą teigiamą koreliaciją su įmonės technologinių inovacijų rezultatais įvairiose aukštųjų technologijų pramonės šakose (Zhu, Wang, Y., Wang, C., 2019).

**MTEP išlaidos ir įmonės technologinės naujovės.** Siekdamas prisitaikyti prie spartaus mokslo ir technologijų vystymosi ir susidoroti su aršia konkurencija rinkoje, įmonės turi gerinti inovacijų našumą, pasirenkant investuoti. Investicijos į išlaidas MTEP yra įmonių augimo variklis. Išanalizavus 205 Kanados gamybos MVĮ duomenis, kai kurie tyrimai parodė, kad MTEP išlaidų įtaka MVĮ inovacijoms daugiausia buvo orientuota į produktą ir procesą, ir patvirtino, kad MTEP išlaidų poveikis produktų inovacijoms buvo susijęs su inovacijomis. Pramonės lygmeniu, kuo ilgesnė MTEP išlaidų istorija, tuo labiau įmonė gali pagerinti inovacijų pajėgumus ir MTEP išlaidų elastingumo kokybę; tai rodo, kad yra teigiamas ryšys tarp išlaidų MTEP ir produktyvumo. Išlaidos MTEP skatina įmonių MTEP veiklą, didėjant investicijoms į MTEP išlaidas, didės įmonių galimybės kurti naujas žinias ir naujas technologijas; kuo daugiau MTEP lėšų galima investuoti, tuo aukštesnis inovatyvumo lygis (Zhu, Wang, Y., Wang, C., 2019).

Remdamiesi aukščiau pateiktomis diskusijomis, tyrėjai pasiūlė hipotezę, kad investicijos į išlaidas moksliniams tyrimams ir plėtrai parodys reikšmingą teigiamą koreliaciją su įmonės technologinių naujovių rezultatais įvairiose aukštųjų technologijų pramonės šakose (Zhu, Wang, Y., Wang, C., 2019).

**Techninė įvairovė ir įmonės technologinės naujovės.** Technologinė įvairovė arba technologinės žinios, įtrauktos į patentuotus išradimus, apima įvairias technologijų ar ekonomikos sritis, kurioms taikomas patentas arba kurios yra įmonėje. Įvairi technologijų bazė yra svarbus įmonių inovacijų konkurencingumo šaltinis. Literatūra apie evoliucijos teoriją ir technologines trajektorijas rodo, kad labai svarbu išlaikyti pozicijas įvairiose technologijose (Zhu, Wang, Y., Wang, C., 2019).

Technologinė įvairovė gali sumažinti įmonės nelanksčių procesų ir įprastų metodų naudojimą, tobulinant naujus sprendimus, kurie pagreitina išradimų sukūrimą ir įgalinimą, tuo pačiu siekiant nukrypti nuo įprastinės įmonės veiklos. Kadangi daugelis naujovių yra skirtos nesusijusioms problemoms spręsti, technologiškai labiau diversifikuotos įmonės turi daugiau techninių galimybių, todėl gauna daugiausia naudos iš savo mokslinių tyrimų veiklos. Organizacinio mokymosi teorija akcentuoja, kad įvairi žinių bazė gali duoti naudos. Technologijų bazės įvairinimas ieškant naujų sprendimų gali paspartinti išradimų sukūrimą ir pritaikymą. Tačiau, pakartotinis tam tikro technologijų rinkinio taikymas ilgainiui išnaudoja visas potencialias sprendimų kombinacijas (Zhu, Wang, Y., Wang, C., 2019).

Nors skirtingų produktų kūrimas gali būti naudingas įvairioms technologijoms, pavyzdžiui, galima sumažinti investicijų į technologijas riziką, sukurti paskatas daugiau išleisti moksliniams tyrimams ir plėtrai ir gerinti įmonių gebėjimą atpažinti, įsisavinti ir pritaikyti naujas žinias. Galima teigti, kad, siekdamas pagerinti technologinių naujovių efektyvumą, įmonės turi plėtoti technologinį MTEP intensyvumą, patentų, įmonės techninių technologijų įvairinimą, gebėjimus ir įvairių technologijų portfelių (Zhu, Wang, Y., Wang, C., 2019).

Remdamiesi aukščiau pateiktomis diskusijomis, mokslininkai pasiūlė hipotezę, kad techninė įvairovė parodys reikšmingą teigiamą koreliaciją su įmonės technologinių naujovių rezultatais įvairiose pramonės šakose (Zhu, Wang, Y., Wang, C., 2019).

*Apibendrinant galima teigti, kad autoriai panašiai interpretuoja vidinius veiksnius bei jų klasifikavimą. Vidiniai veiksniai apima vidinę įmonės aplinką, kuri apima organizacinius, finansinius, žmogiškuosius, fizinius, informacinius ir kitus panašius išteklius. Tai tie ištekliai, kuriuos organizacija sugeba valdyti ir kontroliuoti savo įmonės viduje. Gebėjimas tinkamai kontroliuoti šiuos išteklius teigiamai veikia ne tik įmonės konkurencingumą, bet ir skatina tolesnę pramonės plėtrą.*

### **2.3. Pramonės šakų plėtros išoriniai veiksniai**

Šiame poskyryje pateikiama išorinių plėtros veiksnių analizė. Remiamasi, kad pramonės konkurencingumo ir plėtros išorinių veiksnių reikšmė yra ta pati. Išoriniai plėtros veiksniai aktualūs visoms pramonės šakoms, skiriasi tik tuo, kad vienoms pramonės šakoms atitinkami veiksniai gali turėti skirtingo stiprumo įtaką, todėl šioje dalyje analizuojamos bendros išorinių veiksnių teorijos.

Išoriniai (egzogeniniai) veiksniai tai nepriklausomi veiksniai, kuriems nedaro įtakos kiti organizacijos kintamieji. Tai makroaplinkoje, esantys išoriniai veiksniai, galintys padėti arba sulaukyti įmonių augimą. Jie taip pat gali būti apibūdinami kaip veiksniai, dėl kurių įmonės neturi vadovybės kontrolės arba rizikos veiksniai, kurie veikia už verslo aplinkos ribų, ir labai sunku numatyti jų atsiradimą, patikimumą ir tikslumą. Įvairūs autoriai suskirstė išorinius veiksnius, įskaitant politinius veiksnius, vyriausybės paramą ir politiką, socialinę, ekonominę ir kultūrinę, teisinę bazę ir rinkos konkurencijos lygį, nestabilių išorinių ekonominių veiksnių pobūdį, turintį įtakos įmonių veiklai (Asamoah ir kt., 2019)

Orozco, Serpell ir Molenaar (2011) išorinius veiksnius vadino aplinkos veiksniais, į kuriuos įeina konkurencijos dydis, teisiniai apribojimai, infliacija, politiniai klausimai, ekonomikos augimas, aplinkosauginiai reikalavimai, palūkanų normos, kvalifikuotos darbo jėgos trūkumas, sveikatos ir saugumo reikalavimai, valstybės investicijos, darbo jėgos išsilavinimo lygis.

Pagal Baranenko, Dudin, Lyasnikov, Busygin (2014) išoriniai veiksniai yra formuojami pagal poreikius, galimybes ir alternatyvas bei pritaikyti inovatyvios pramonės plėtros vystymuisi.

Pirmiausia reikia atkreipti dėmesį į tai, kad inovatyvią pramonės įmonių plėtrą lemia 2 pagrindiniai išorinės aplinkos veiksniai. Pirma, tai šalies ūkyje susiformavęs bendras inovacinis-investicinis ir mokslinis-technologinis klimatas, reiškiantis fundamentalios, taikomosios ir technologinės bazės, skirtos pramonės sektoriaus inovacinei veiklai remti, pakankamumą ir prieinamumą. Antra, visiškai susiformavęs tautos ūkio tipas ir principinis pasirengimas bei gebėjimas vykdyti inovacinę veiklą apskritai ir pramonės inovacijų diegimą konkrečiai (Baranenko, Dudin, Lyasnikov, Busygin, 2014).

Pekarskienė ir Susnienė (2013) teigia, kad pramonės plėtrą ir gamybos augimą teigiamai veikia tokie globalizacijos veiksniai kaip gamybos priemonių importas, įskaitant technologijų įsigijimą, ir eksporto plėtra.

Išorinių veiksnių yra daug ir įvairių. Asamoah ir kt., (2019) išskiria šiuos išorinius veiksnius: BVP, infliacija, valiutos kursas, palūkanų norma, vartotojų kainų indeksas, nedarbas, užimtumas, žalios naftos kaina, pinigų politikos palūkanų norma (pagrindinė palūkanų norma), nekilnojamų namų kainos, pinigų pasiūla, nacionalinės pajamos, žaliavų paklausa, gamintojų kainų indeksas, valstybės skola, būsto statistika, mokesčiai, nacionalinės išlaidos, statybos našumas, darbo sąnaudos, kuro kaina, grynasis importas, gamybos pelningumas, pastato išlaidų indeksas, statybos kaina, paskola, BVP numanomas defliatorius, gamybos priemonių kainos, mokėjimo balansas, ilgalaikis turtas,

investuotojų pasitikėjimas ar prekybos atvirumas, grynasis personalo taupymas, energijos kainos, grynasis eksportas, statybos leidimas/sutikimas, juodoji rinka, kainų stebėjimas ir korupcija, vidaus infrastruktūros paklausa, pramoninė gamyba, registruotų įmonių skaičius, transportavimo išlaidos, įmonių obligacijos, hipotekos palūkanų norma, politinis režimas, skolos finansavimo procentas, tiesioginės užsienio investicijos, bendra socialinio vartojimo prekių mažmeninė prekyba, pramonės pridėtinė vertė, žemės ūkio pridėtinė vertė, gamybos savikaina, viešieji finansai, privačios investicijos, išorinis rezervas, grynoji migracija, fiskalinė politika, realios personalo pajamos, realios personalo išlaidos, namo nuosavybė.

Islami, Mulolli ir Mustafa (2018) teigia, kad įmonės veiklai daugiausiai įtakos turi šie pagrindiniai išoriniai veiksniai:

- Konkurencijos lygis;
- pirkėjų galia;
- tiekėjų galia;
- naujų produktų grėsmė;
- naujų dalyvių grėsmė (Islami, Mulolli ir Mustafa, 2018).

Lygiai taip pat pritaria ir Shatilo (2019) įvardindama pagrindines jėgas, darančias įtaką konkurencijai įmonėje. Tai konkurencija tarp esamų konkurentų, pirkėjų derybinė galia, tiekėjų derybinė galia, naujų įėjimų į rinką rizika, pakaitalų grėsmė.

Shatilo (2019) taip pat teigia, kad išorinę aplinką galima skirstyti į 2 aplinkas: makroaplinką ir mikroaplinką. Mikroaplinkai priklauso anksčiau minėtos penkios konkurencinės jėgos, o makroaplinka apima šešių skirtingų kategorijų veiksniai, kurie pateikiami, kaip demografiniai veiksniai, politiniai veiksniai, aplinkosauginiai, migracijos veiksniai, ekonominiai veiksniai bei teisiniai veiksniai.

Išorinė organizacijos aplinka, apimanti klientus, konkurentus, tiekėjus, vyriausybę, technologines sąlygas ir kt. literatūroje dažnai nurodoma kaip įmonės sprendimų ir jų sėkmės paaiškinimas (Szczygielski, Grabowski, Woodward, 2013).

Strateginiame valdyme ypač didelę įtaką turi pozicionavimas, kurios pagrindas yra įmonių ir rinkų analizė. Trumpai tariant, sėkmingos įmonės yra tos, kurios veikia „gerose“ pramonės šakose ir (arba) tos, kurios priėmė teisingus sprendimus dėl savo produktų pozicionavimo, palyginti su konkurentų produktais. Tiesa, atsižvelgiama į įmonės vidines operacijas, tačiau tik tiek, kiek jos tarnauja bendrai konkurencijos strategijai: tarp jų turi būti „strateginis suderinamumas“ (Szczygielski, Grabowski, Woodward, 2013).

Išoriniai aplinkos veiksniai taip pat skirstomi į toliau pateiktus veiksniai: ekonominiai veiksniai, politiniai veiksniai, technologiniai veiksniai, socialiniai veiksniai, tarptautiniai veiksniai (Dubitskaya ir Tcukanova, 2018).

Toliau pateikiama lentelė, siekiant įvertinti šių išorinių veiksnių rodiklius ir reikšmingumą. Lentelėje pateikiami aplinkos veiksniai, bei skirtingi jų reikšmingumo lygiai, kadangi kiekvienas pasirinktas veiksnys turi skirtingą įtaką aukštųjų technologijų pramonės įmonių plėtrai (Dubitskaya ir Tcukanova, 2018).



**5 lentelė.** Išoriniai aplinkos veiksniai, turintys įtakos aukštųjų technologijų įmonių plėtrai (Dubitskaya ir Tcukanova, 2018).

Išoriniai aplinkos veiksniai	Reikšmingumo lygis	Rodiklių klasifikacija	Reikšmingumo lygis
Ekonominiai veiksniai	30%	Mokesčių rodikliai	25%
		Ekonomikos augimo tarifai	25%
		Pramonės rinkos raidos rodikliai	50%
Politiniai veiksniai	15%	Intelektinės nuosavybės apsauga	65%
		Valstybės valdžia	45%
Technologiniai veiksniai	30%	MTEP našumas	50%
		Aukštųjų technologijų produktų komercializavimo rodiklis	50%
Socialiniai veiksniai	15%	MTEP žmogiškieji ištekliai	70%
		Vartotojų pageidavimai	30%
Tarptautiniai veiksniai	10%	Tarptautinė rinkodara	50%
		Užsienio prekybos operacijos	50%

Pagal pateiktą 5 lentelę, galima matyti, kad daugiausiai įtakos aukštųjų technologijų pramonės įmonių plėtrai turi ekonominiai bei technologiniai veiksniai. Ekonominių veiksmų reikšmingiausias indikatorius yra pramonės rinkos raidos rodiklis, o technologinių veiksmų indikatoriai (MTEP našumas, aukštųjų technologijų produktų komercializavimo rodiklis) yra vienodai reikšmingi. Kita vertus, politiniai, socialiniai ir tarptautiniai veiksniai yra mažiausiai aktualūs aukštųjų technologijų šakoms. Toliau plačiau pateikiami šių skirtingų veiksmų apibrėžimai bei sritys, kurias apima.

Ekonominiai veiksniai stipriai veikia visus aukštųjų technologijų įmonių verslo procesus. Ekonominius veiksmus lemia šalies ir pasaulio ekonomikos išsivystymo lygiai, rinkos institucijos, gyventojų gerovė, nedarbo lygis, mokesčiai, infliacija, darbo našumas. Ekonominių veiksmų, turinčių įtakos aukštųjų technologijų įmonių plėtrai, analizė padeda: užtikrinti aukštųjų technologijų produktų konkurencingumą pasaulinėje ir vietinėse rinkose; didinti aukštųjų technologijų produktų pridėtinę vertę ir aukštą produktyvumą bei prižiūrėti aukštųjų technologijų gamybos išteklius (Dubitskaya ir Tcukanova, 2018).

Politiniai veiksniai įtakoja aukštųjų technologijų pramonės plėtrą. Mokslo aplinka yra akademinė, pramonės ir švietimo institucijų, taip pat mokslo dotacijų fondų, valstybės mokslo centrų ir inovacijų-technologinių centrų, pramonės parkų, jau pasiekusių sėkmės inovacinėje veikloje, kompleksas (Dubitskaya ir Tcukanova, 2018).

Technologinių veiksnių, turinčių įtakos aukštųjų technologijų įmonių plėtrai, analizė padeda: pasiekti geriausius technologinius parametrus (pavyzdžiui, energijos intensyvumą, medžiagų intensyvumą), diegti inovacines informacines ir telekomunikacines technologijas tiek gamybos procese, tiek valdymo modeliuose, įdiegti informacijos saugumo sistemą komercinėms gamybos ir valdymo paslaptims apsaugoti, pasiekti didžiausių išteklių naudojimo efektyvumą (Dubitskaya ir Tcukanova, 2018).

Socialiniai veiksniai yra svarbi neatskiriama išorinės aplinkos dalis. MTEP personalas tiesiogiai daro įtaką novatoriškų aukštųjų technologijų plėtrai. Aukštųjų technologijų įvedimo į rinką komercinė sėkmė priklauso nuo profesinio pasirengimo lygio. Stiprios, darnios socialinės aplinkos kūrimas visoje visuomenėje, o ypač įmonėse, yra svarbus strateginis uždavinys (Dubitskaya ir Tcukanova, 2018).

Tarptautiniai veiksniai – intensyvi inovacijų ekonomikos plėtra skatina užsienio valiutų operacijų plėtrą, gilų tarptautinės aukštųjų technologijų kūrimo ir komercializavimo patirties tyrimą. Norint sukurti konkurencingą produktą, būtina tirti ne tik šalies, bet ir tarptautinę patirtį, dalyvauti tarptautinėse mokslinėse konferencijose ir aukštųjų technologijų parodose, sudaryti sandorius su tarptautiniais partneriais. Išorinių ekonominių veiksnių analizė leistų: pasidalinti moksliniais ir techniniais rezultatais su tarptautinėmis sandorio šalimis, prisidėti prie politinių, mokslinių ir techninių santykių stiprinimo, stiprinti aukštųjų technologijų importo pakeitimo procesą šalyje, prisidėti prie aukštųjų technologijų eksporto augimo (Dubitskaya ir Tcukanova, 2018).

**Vyriausybės subsidijos ir įmonės technologinės naujovės.** Remiantis ištekliais pagrįsta teorija, vyriausybės subsidijos gali būti laikomos specifine išteklių rūšimi. Kadangi įmonės turi vis daugiau išteklių, didesnė tampa organizacijos vadovybės tolerancija rizikai; todėl įstaigos labiau linkusios skirti išteklius technologinėms naujovėms. Valstybės teikiamos paskatos įmonių inovacinei veiklai gali veiksmingai skatinti įmonių plėtros iniciatyvas. Be to, išorės suinteresuotųjų šalių nuomone, vyriausybės subsidijos rodo, kad įmonė turi tam tikrų vyriausybės išteklių, todėl vyriausybė yra labiau linkusi bendradarbiauti su įmone kapitalo, technologijų ir panašiais klausimais. Vyriausybės subsidija gali paskatinti įmones vykdyti MTEP veiklą ir skatinti įmonių inovacijas. Ankstesnis tyrimas parodė, kad vyriausybės remiamos įmonės pagamino žymiai daugiau technologinių ir komercinių inovacijų produkcijos, palyginti su ne vyriausybės remiamomis įmonėmis (Zhu, Wang, Y., Wang, C., 2019).

Remiantis, aukščiau pateiktomis diskusijomis, autoriai pasiūlė hipotezę, kad vyriausybės subsidijos parodys reikšmingą teigiamą koreliaciją su firmų technologinių inovacijų rezultatais įvairiose aukštųjų technologijų pramonės šakose (Zhu, Wang, Y., Wang, C., 2019).

*Apibendrinant galima teigti, kad autoriai išorinius veiksnius supranta, kaip aplinką už įmonės ribų, turinčią įtakos įmonės veiklai. Pirmiausia, pramonės išorinei aplinkai aktualios penkios konkurencinės jėgos, kaip tiekėjų, pirkėjų, konkurentų, naujų dalyvių, naujų produktų galios įtaka. Taip pat, išorinius veiksnius galima skirstyti į 5 aplinkos veiksnius, kurie gali būti ekonominiai, politiniai, socialiniai, technologiniai ir tarptautiniai. Išorinei aplinkai būdinga tai, kad jos organizacija negali sukontroliuoti ir valdyti, todėl jų sukeltos rizikos išvengti neįmanoma, tačiau įvertinus išorinius aplinkos veiksnius galima ne tik sumažinti iškilusias grėsmes, bet ir juos pritaikyti plėtros naudai.*

## 2.4. Pramonė 4.0 procesų įtaka pramonės šakų plėtrai

Šiame poskyryje analizuojama mokslinė literatūra, apibūdinanti Pramonė 4.0 procesų poveikį pramonės šakų plėtrai.

Gamybos proceso skaitmeninimas yra šių dienų pramonės poreikis. Gamybos pramonė šiuo metu keičiasi nuo masinės gamybos prie individualiai pritaikomos gamybos. Sparti gamybos technologijų pažanga ir pritaikymas pramonės šakose padeda didinti produktyvumą. Pramonė 4.0 yra terminas, apibūdinantis ketvirtąją pramonės revoliuciją, kuri apibrėžia naują organizavimo ir visos produktų gyvavimo ciklo vertės grandinės kontrolės lygį. Ji orientuota į vis labiau individualizuotus klientų poreikius. Pramonė 4.0 yra įsivaizduojama, bet realistiška koncepcija, apimanti daiktų internetą, pramoninį internetą, išmaniają gamybą ir gamybą, paremta debesies (*angl.* cloud) technologija. Pramonė 4.0 susijusi su griežtu žmogaus integravimu į gamybos procesą, siekiant nuolat tobulėti ir sutelkti dėmesį į veiklą, kuri sukuria pridėtinę vertę ir suteikia daugiau papildomo laiko (Vaidyaa, Ambadb ir Bhoslec, 2018).

Pramonė 4.0 poreikis yra paversti įprastus įrengimus save suprantančiais ir savarankiškai besimokančiais įrenginiais, kad sąveikaujant su aplinka, būtų pagerintas jų bendras veikimas ir priežiūros valdymas. Pramonė 4.0 siekia sukurti atvirą ir išmaniają gamybos platformą, kuri būtų skirta pramoninio tinklo informacijos taikymui. Pagrindiniai Pramonė 4.0 poreikiai yra duomenų stebėjimas realiuoju laiku, gaminio būsenos ir pozicijų monitoringas bei gamybos procesų valdymo instrukcijų laikymas (Vaidyaa, Ambadb ir Bhoslec, 2018).

Dalenogare, Benitez, Ayala ir Frank (2018), Zhou, Liu ir Zhou (2015) bei Frank, Dalenogare ir Ayala (2019) teigia, kad Pramonė 4.0 procesų integravimas suteikia įmonėms tam tikrų privalumų, kaip lankstesni gamybos procesai, realiu laiku pasiekiami didieji duomenys, gerinamas strateginių sprendimų priėmimas. Autoriai vieningai pritaria, kad Pramonė 4.0 procesai padeda pramonei plėstis, pritaikant naujausias technologijas, kurios spartina ir tobulina atliekamų veiklų darbą.

Vaidyaa, Ambadb ir Bhoslec (2018) bei Zizek, Nedelko, Mulej, Čič (2020) išskiria tam tikras Pramonė 4.0 kontekstu paremtas technologijas, kurios gali paversti izoliuotą ir optimizuotą elementų gamybą visiškai integruotu, automatizuotu ir optimizuotu gamybos srautu. Tai lemtų didesnę efektyvumą ir pokyčius tradiciniuose gamybos santykiuose tarp tiekėjų, gamintojų, ir klientų, taip pat tarp žmogaus ir mašinos. Taigi, išskiriamos šios Pramonė 4.0 technologijos: dideli duomenys ir analizė, autonominiai robotai, modeliavimas, sistemos integravimas: horizontalus ir vertikalus sistemos integravimas, pramoninis daiktų internetas, kibernetinis saugumas ir kibernetinės fizinės sistemos (CPS), debesies saugykla, priedų gamyba, papildyta (virtuali) realybė. Toliau plačiau pateikiama informacija apie kiekvieną iš jų.

**Dideli duomenys ir analizė.** Duomenų iš daugelio skirtingų šaltinių gamybos įrangos ir sistemų, taip pat įmonių ir klientų valdymo sistemų rinkimas ir išsamus įvertinimas taps standartu, padedančiu priimti sprendimus realiuoju laiku. Dideli duomenys susideda iš keturių matmenų: duomenų apimtis, duomenų įvairovė, naujų duomenų generavimo ir analizės greitis, duomenų vertė. Anksčiau įrašytų duomenų analizė naudojama siekiant išsiaiškinti, pramonės skirtinguose gamybos procesuose, anksčiau kilusias grėsmes, taip pat numatyti naujas iškilusias problemas bei įvairius sprendimus, kaip užkirsti kelią to pasikartojimui pramonėse (Vaidyaa, Ambadb ir Bhoslec, 2018).

**Autonominiai robotai.** Robotai kasdien tampa vis savarankiškesni, lankstesni ir labiau linkę bendradarbiauti ir todėl ateityje jie galės sąveikauti vienas su kitu, saugiai dirbti kartu su žmonėmis ir iš jų mokytis. Autonominis robotas naudojamas tiksliau atlikti savarankišką gamybos metodą, taip pat dirbti tose vietose, kur ribojama žmonių veikla. Autonominiai robotai gali tiksliai ir protingai atlikti užduotį per nurodytą laiką, taip pat sutelkti dėmesį į saugumą, lankstumą, universalumą ir bendradarbiavimą (Vaidyaa, Ambadb ir Bhoslec, 2018).

**Modeliavimas (simuliacija).** Modeliavimas bus plačiau naudojamas gamybos operacijose, siekiant panaudoti realaus laiko duomenis, kad atspindėti fizinį pasaulį virtualiame modelyje, kuris galėtų apimti mašinas, produktus ir žmones, taip sutrumpinant mašinos sąrankos laiką ir gerinant kokybę. Virtualiam paleidimui ir ciklo laiko, energijos suvartojimo ar gamybos įrenginio ergonomikos aspektų modeliavimui galima sukurti 2D ir 3D modelį. Gamybos procesų modeliavimo naudojimas gali ne tik sutrumpinti prastovų laiką ir jį pakeisti, bet ir sumažinti gamybos gedimus paleidimo fazėje. Modeliuojant, sprendimų priėmimo kokybė gali būti lengvai ir greitai pagerinta (Vaidyaa, Ambadb ir Bhoslec, 2018).

**Sistemos integravimas: horizontalus ir vertikalus sistemos integravimas.** Integracija ir savęs optimizavimas yra du pagrindiniai mechanizmai, naudojami pramonės organizacijoje. Pramonė 4.0 paradigmą iš esmės apibūdina trys integracijos aspektai: 1) horizontali integracija visame vertės kūrimo tinkle, 2) vertikalė integracija ir tinklinė gamybos sistemos, 3) visapusiška inžinerija per visą produkto gyvavimo ciklą. Visiška skaitmeninė integracija ir gamybos procesų automatizavimas vertikalioje ir horizontalioje dimensijoje taip pat reiškia komunikacijos ir bendradarbiavimo automatizavimą, ypač pagal standartizuotus procesus (Vaidyaa, Ambadb ir Bhoslec, 2018).

**Pramoninis daiktų internetas.** Daiktų internetas reiškia pasaulinį tarpusavyje sujungtų ir vienodai adresuotų objektų tinklą, kuriuo bendraujama standartiniais protokolais. Daiktų internetas, taip pat turėtų būti žinomas kaip visko internetas, kurį sudaro paslaugų internetas, gamybos paslaugų internetas, žmonių internetas, įterptoji sistema ir informacijos bei ryšių integracijos technologija. Trys pagrindinės daiktų interneto savybės yra kontekstas, „visur esantis“ ir optimizavimas. Kontekstas reiškia galimybę išplėsti objekto sąveiką su esama aplinka ir nedelsiant reaguoti, jei kas nors pasikeičia. Savybė „visur esantis“ suteikia informaciją apie objekto vietą, fizines ar atmosferines sąlygas, o optimizavimas iliustruoja faktus, kad šiandieniniai objektai yra daugiau nei tik ryšys su žmonių operatorių tinklu žmogaus ir mašinos sąsajoje. Vertės grandinė turėtų būti protinga, judri ir sujungta į tinklą, integruojant fizinius objektus, žmogiškuosius veiksmus, intelektualias mašinas, išmaniuosius jutiklius, gamybos procesą ir gamybos linijas visose organizacijose. Programinė įranga ir duomenys yra pagrindiniai išmanaus ateities mašinų ir gamyklų planavimo ir valdymo elementai. Pavyzdžiui, sandėliavimo atveju, išmaniosios lentynos ir padėklai taps šiuolaikinio atsargų valdymo varomąja jėga. Taip pat, krovinių vežimo sekimas tampa greitesnis, tikslesnis ir saugesnis (Vaidyaa, Ambadb ir Bhoslec, 2018).

**Kibernetinis saugumas ir kibernetinės fizinės sistemos (CPS).** Padidėjus jungiamumui ir naudojant standartinius ryšio protokolus, pateikiamus su Pramonė 4.0, poreikis apsaugoti svarbiausias pramonės sistemas ir gamybos linijas nuo kibernetinio saugumo grėsmių labai išauga. Todėl saugus, patikimas ryšys, taip pat sudėtingas mašinų ir vartotojų tapatybės ir prieigos valdymas yra būtini. Stiprus fizinio, paslaugų ir skaitmeninio pasaulio ryšys gali pagerinti informacijos, reikalingos gamybos sistemų planavimui, optimizavimui ir veikimui, kokybę. Sąvoka CPS buvo apibrėžta kaip sistemos, kuriose natūralios ir žmogaus sukurtos sistemos (fizinė erdvė) yra glaudžiai

integruotos su skaičiavimo, ryšio ir valdymo sistemomis (kibernetinė erdvė). Decentralizacija ir savarankiškas gamybos procesas yra pagrindinės CPS savybės. CPS raida daugiausia priklauso nuo produktų struktūrų priėmimo ir perkonfigūravimo Tiekimo tinklai laikomi bendradarbiaujančiomis kibernetinėmis fizinėmis sistemomis, kurios naudojamos gamybos sistemose, taip pat nuo skirtingų kibernetinių fizinių sistemų, tokių kaip miesto eismo valdymo ir valdymo sistemos. Nuolatinis duomenų keitimasis vykdomas išmaniai sujungiant kibernetines fizines sistemas debesų sistemų pagalba realiu laiku. Skaitmeninis gamybos šešėlis apibrėžiamas kaip fizinio objekto vaizdavimas virtualiame arba informaciniame pasaulyje. Pagrindinis realiu laiku orientuotos gamybos operacijos reikalavimas ir faktinės gamybos sistemos optimizavimas pasiekiamas masiškai atsižvelgus į kibernetines fizines sistemas. Tinkamų jutiklių naudojimas CPS turėtų išsiaiškinti mašinose įvykusius gedimus ir automatiškai pasiruošti CPS gedimų taisymo veiksams. CPS taip pat randa optimalų kiekvienos darbo vietos išnaudojimą pagal ciklo laiką, reikalingą toje stotyje atliekamai operacijai. 5C struktūra naudoja debesų kompiuteriją bendrauti su mašinomis (mašina su mašina arba žmogus su mašina). Pavyzdžiui, išmanioji transporto priemonė yra tipiška kibernetinės ir fizinės sistemos kombinuota gamyba, atspindinti Pramonė 4.0 plėtrą. Šioje gamyboje maršruto numatymui naudojamas duomenų gavybos metodas, kuriuo pasiekiamas 80 % tikslumas (Vaidyaa, Ambadb ir Bhoslec, 2018).

**Debesies saugykla.** Debesimis paremta IT platforma yra techninė bazė, skirta prijungti ir bendrauti su įvairiais Pramonė 4.0 elementais. Pramonė 4.0 veikiamai organizacijai reikia didesnio duomenų dalijimosi svetainėse ir įmonėse, t. y. reakcijos laikas milisekundėmis ar net greičiau. „Skaitmeninė gamyba“ – tai skirtingų įrenginių jungčių prie to paties debesies koncepcija, kad tarpusavyje būtų galima dalytis informacija, ir ją galima išplėsti į mašinų rinkinį iš visos gamyklos (Vaidyaa, Ambadb ir Bhoslec, 2018).

**Priedų gamyba.** Naudojant Pramonė 4.0, priedų gamybos metodai bus plačiai naudojami gaminant mažas individualiai pritaikytų gaminių partijas, kurios turi konstrukcijos pranašumų. Didelio našumo, decentralizuotos priedų gamybos sistemos sumažins transportavimo atstumus ir sumažins atsargas. Gamyba turėtų būti greitesnė ir pigesnė naudojant priedų gamybos technologijas, tokias kaip lydyto nusodinimo metodas, selektyvus lazerinis lydymas ir selektyvus lazerinis sukepinimas. Kadangi klientų poreikiai nuolat keičiasi, daugelis įmonių susiduria su iššūkiu didinti produktų individualizavimą ir sutrumpinti pateikimo rinkai laiką. Su šiais iššūkiais jie susiduria visų pirma dėl didėjančio skaitmeninimo, IT įsišaknijimo ir produktų, gamybos išteklių ir procesų tinklų kūrimo. Mažėjantis gaminio gyvavimo ciklas kartu su augančia individualiems poreikiams pritaikytų produktų paklausa reikalauja tolesnės transformacijos link organizacinių struktūrų, dėl kurių didėja sudėtingumas. Pavyzdžiui, to paties modelio automobiliai siūlomi su daugybę variklių, kėbulo ir įrangos variacijų, siekiant geriau patenkinti vis labiau informuotų ir reiklesnių klientų poreikius (Vaidyaa, Ambadb ir Bhoslec, 2018).

**Papildyta (virtuali realybė).** Papildyta realybe pagrįstos sistemos palaiko įvairias paslaugas, kaip dalių pasirinkimą sandėlyje ir remonto instrukcijų siuntimą mobiliaisiais įrenginiais. Pramonė gali naudoti papildytąją realybę, kad suteiktų darbuotojams informaciją realiuoju laiku, kad pagerintų sprendimų priėmimą ir darbo procedūras. Darbuotojai gali gauti remonto instrukcijas, kaip pakeisti tam tikrą dalį, nes jie žiūri į tikrąją sistemą, kurią reikia taisyti (Vaidyaa, Ambadb ir Bhoslec, 2018).

Pramonė 4.0 proceso veiksniai apima inovacijas, valdymą ir strategijas. Šie veiksniai aktualūs pramonės įmonėms (European Commission, 2020).

Skaitmeninimas jau padarė didelį poveikį Europos inžinerinei pramonei, o ši tendencija ateityje dėl perėjimo prie skaitmeninės erdvės išryškės. Skaitmeninimas buvo integruotas į gamybos organizavimą, sukuriant skaitmenizuotus gamybos centrus, kurie renka didelius duomenis iš įvairiose Europos šalyse ir visame pasaulyje esančių gamyklų, kad optimizuotų gamybos efektyvumą. Jie taip pat buvo integruoti į pažangius inžinerinius gamybos procesus, pavyzdžiui, vis dažniau naudojant dirbtinį intelektą (AI), mašininį mokymąsi, robotizavimą ir automatizavimą. ES inžinerijos pramonė yra gana svarbi skaitmeninių programų naudotoja. Tačiau, skaitmenizavimas inžinerijos įmonėms kelia daug iššūkių, susijusių su didesniu įsisavinimo lygiu, siekiant pasivyti pasaulinius konkurentus, technologijų pasirinkimo, investavimo pajėgumų, verslo modelio kūrimo ir įgūdžių didinimo srityse (European Commission, 2020).

Skaitmeninimas lemia naujus kapitalui imlius gamybos metodus, apimančius robotizaciją, dirbtinį intelektą platesnėje pažangių inžinerijos ir IRT įgūdžių, finansų ir žinių centrų ekosistemoje. Tikimasi, kad skaitmeninimo banga tęsis ir ateityje, o investicijos vis labiau bus nukreiptos į skaitmenines programas ir verslo galimybes, ypač vertės grandinės programinės įrangos segmentuose. Plačiai pritaikius tokias technologijas, ateityje gali sumažėti naujų gamybos užsakomųjų paslaugų teikimas užsienyje. Tačiau, nors yra galimybių skaitmeninti kai kurias didelės pridėtinės vertės gamybos veiklas į ES8, nerealų tikėtis, kad iš Rytų Azijos į Europą bus sugrąžinta daug produkcijos, atsižvelgiant į bendrą gamybos perkėlimo į užsienį sąnaudų konkurencingumą (ypač darbo sąnaudų skirtumus) ir didelį gamyklų efektyvumą Rytų Azijoje, kur Pramonė 4.0 technologijos jau yra norma (European Commission, 2020).

**Inovacijos** – Pramonė 4.0 dėl technologinių naujovių, rinkos ir verslo strategijų keičia gamybos valdymą, strateginį valdymą ir rinkos bei verslo strategijas. Inovacijos suteikia konkurencinį pranašumą ir prisideda prie organizacijos plėtros. Norint tai pasiekti, siūlomos organizacinės technologijos naujovės ir techniniai įgūdžiai. Inovatyvus mąstymas prisideda prie organizacinių gebėjimų ir pajėgumų stiprinimo, o tai leidžia organizacijoms prisitaikyti prie ketvirtosios pramonės revoliucijos. Organizacijos imasi technologijomis pagrįsto valdymo, nes taip prisideda prie tradicinių organizacijos valdymo metodų tobulinimo. Inovatyvus mąstymas prisideda prie naujų technologijų diegimo ir verslo procesų transformacijos, o dėl to inovatyvus mąstymas turi didelės įtakos organizacijos veiklai. Jei organizacija įdiegia naujoves, tai turi teigiamos įtakos Pramonė 4.0 procesams, tačiau jei organizacija nepajėgi priimti naujovių, ji susiduria su įvairiais iššūkiais. Todėl inovacijos yra svarbiausias veiksnys, darantis įtaką Pramonė 4.0 spartai (Kumar, 2021).

**Valdymas** – organizacijos valdymas yra labai svarbus sėkmingam Pramonė 4.0 iniciatyvų įgyvendinimui. Valdymas turėjo tiesioginės įtakos technologijos ir strateginio požiūrio pasirinkimui. Tai organizacijos valdymas, turintis įtakos vykdomo verslo organizaciniams ir bendriems rezultatams. Be to, valdymo sprendimai padeda ugdyti kiekvienos organizacijos įgūdžius ir metodus, taip pat bendravimą ir verslo veiklą. Efektyvus vadovavimas, imitacinis dalyvavimas grupės darbe ir valdyme, taip pat komandos narių kontrolė ir vadovavimas – visa tai prisideda prie šio tikslo. Vadovybė nustato strateginius tikslus, taisykles, reglamentus ir politiką, o tada sutelkia dėmesį į visų šių tikslų siekimą, naudodama novatoriškas technologijas gamyboje, rinkodaroje ir visuose kituose įmonės verslo veiklos aspektuose. Bet kurioje organizacijoje vadovai atlieka svarbų vaidmenį planuojant, priimant sprendimus ir bendraujant su komanda ar asmenimis visoje pramonės šakoje. Vadovai yra atsakingi už bendrą organizacijos 4.0 iniciatyvos sėkmę. Vadovybė ir lyderiai, turintys teigiamą požiūrį, taiko naujas technologijas, kad sumažintų iššūkius ir pagerintų verslo veiklos rezultatus. Kita vertus, tradiciniai lyderiai nelinkę priimti naujų technologijų ir keistis, nes bijo žlugti.

Visos šios diskusijos parodė, kad valdymas yra svarbiausias veiksnys, turintis įtakos Pramonė 4.0 įgyvendinimui (Kumar, 2021).

**Strategijos** – kiekviena verslo organizacija veikia remdamasi pagrindine strategija, kuri prisideda prie organizacijos efektyvumo ir jo gerinimo, kad būtų pasiekti ilgalaikiai ir trumpalaikiai tikslai. Reikalingi nariai, kurie aktyviai dalyvauja organizacijos organizacinėje aplinkoje ir projektuose. Visiems strateginiams sprendimams ir strategijoms įtakos turi naujų technologijų diegimas ir pagalba organizacijoms išlikti konkurencinėje aplinkoje su neaiškiomis sąlygomis. Pramonė 4.0 orientuota į strateginius organizacijos aspektus, kurie padeda suprasti pramonės pokyčius. Kiekvieną kartą, kai reikia pakeisti strategiją, kad būtų galima suformuluoti, paveikti organizacijos kultūrą, organizacijos struktūrą, organizacijos strategiją, valdymo gebėjimus, orientaciją į darbuotojus ir kitus organizacijos aspektus. Tada organizacija daugiausia dėmesio skiria Pramonė 4.0 procesų diegimui, kad, be kita ko, palengvintų inovacijų įgūdžius ir supančią verslo aplinką. Siekiant užtikrinti sėkmingą šios revoliucijos įgyvendinimą organizaciniu lygmeniu bet kurioje pramonės šakoje, labai svarbu įtraukti naujoves į valdymo strategiją, organizacinę aplinką, su projektais susijusias problemas ir žmogiškąsias ar socialines problemas. Visi aukščiau paminėti veiksniai turi didelę įtaką pramonės rezultatams (Kumar, 2021).

Pramonė 4.0 koncepcija apibūdina įvairius gamybos sistemų pokyčius, kuriuos daugiausia palaiko informacinės technologijos (IT). Šie pokyčiai turi ne tik technologinį, bet ir organizacinį poveikį (Zizek, Nedelko, Mulej, Čič, 2020).

**Išmani gamykla** (*angl.* smart factory): išmaniajai gamyklai valdyti bus naudojama išmanioji technologija, kuri padės valdyti sudėtingas sistemas ir procesus. Gamyboje bus sumontuoti jutikliai ir autonominės sistemos. Komunikacija tarp mašinų, produktų, žmonių ir kitų išteklių vyks panašiai kaip socialiniuose tinkluose. Sistema bus papildyta klientų bendravimu su įrenginiais išmanioje gamykloje ir bendravimu su tiekimo grandine (Zizek, Nedelko, Mulej, Čič, 2020).

**Kibernetinės-fizinės sistemos**: tai fizinių ir programinių lygių derinys. Įtraukus į gamybą, sistemos nebeturės griežto programinės ir techninės įrangos atskyrimo (Zizek, Nedelko, Mulej, Čič, 2020).

**Saviorganizacija**: esamos gamybos sistemos tampa vis labiau decentralizuotos ir savaimė organizuojamos. Tai sutampa su įprastos gamybos hierarchijos dekompozicija (Zizek, Nedelko, Mulej, Čič, 2020).

**Nauji požiūriai į paskirstymą ir užsakymus**: Paskirstymas ir užsakymai bus vis labiau individualizuojami (Zizek, Nedelko, Mulej, Čič, 2020).

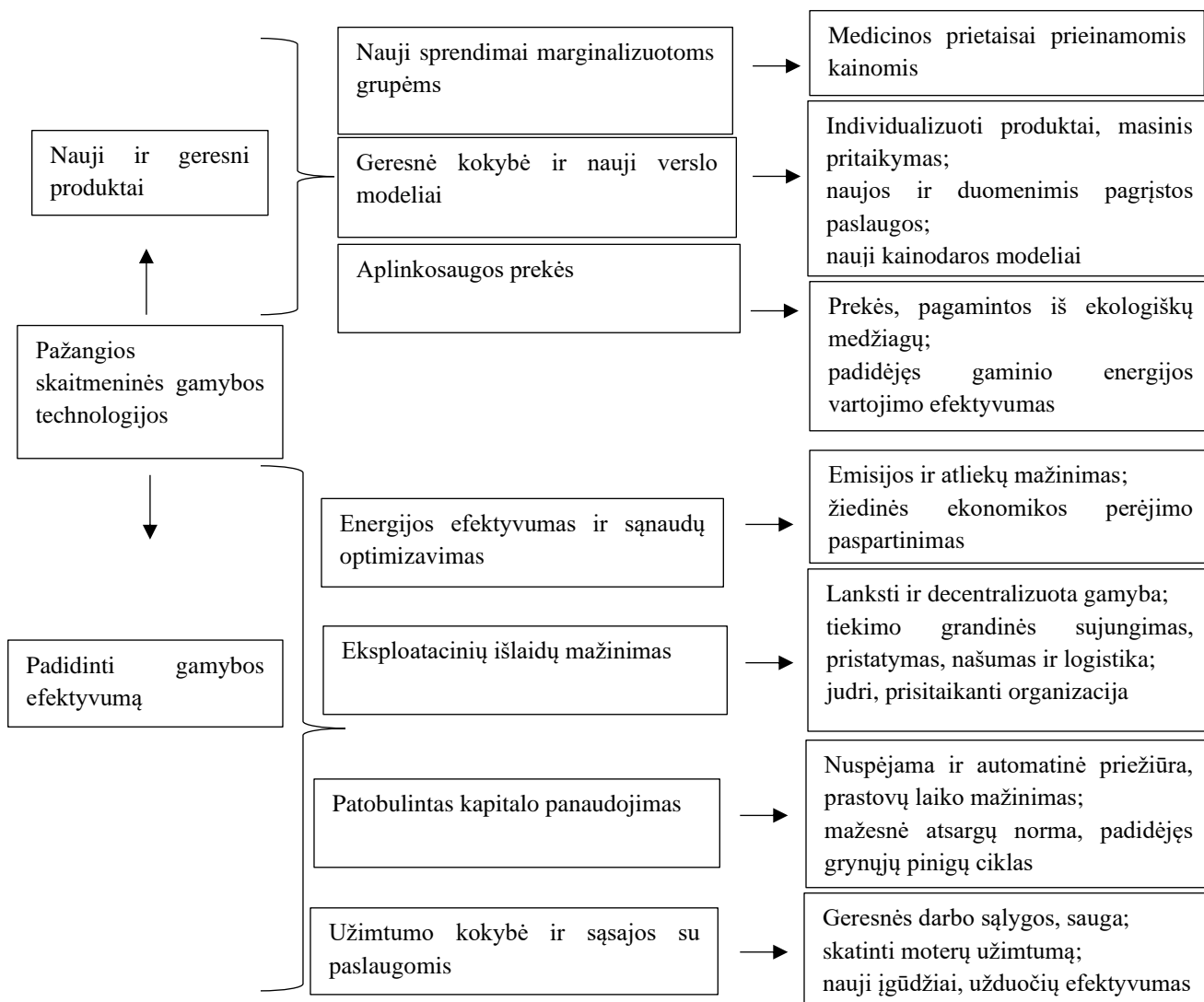
**Nauji požiūriai į produktų ir paslaugų kūrimą**: individualizuojamas produktų ir paslaugų kūrimas (Zizek, Nedelko, Mulej, Čič, 2020).

**Prisitaikymas prie žmogaus poreikių**: naujos gamybos sistemos bus sukurtos taip, kad atitiktų žmogaus poreikius, o ne atvirkščiai (Zizek, Nedelko, Mulej, Čič, 2020).

**Įmonių socialinė atsakomybė** vis dažniau tampa pramonės gamybos procesų projektavimo pagrindu (Zizek, Nedelko, Mulej, Čič, 2020).

Pramonė 4.0 koncepcija grindžiama augančia skirtingų naujų technologijų sričių – skaitmeninių gamybos technologijų, nanotechnologijų, biotechnologijų ir naujų medžiagų – konvergencija ir jų

papildomumu gamyboje. Išplėstinė gamyba yra terminas, paprastai naudojamas apibūdinti šių technologijų taikymą gamyboje. Konkrečiu, pažangios skaitmeninės gamybos, technologijų atveju, jų taikymas gamyboje sukuria išmaniąsias gamybos sistemas, taip pat žinomas kaip išmanioji gamykla (*angl.* smart factory) arba Pramonė 4.0. Išmanioji gamyba apima gamybos iš jutiklių ir įrangos, prijungtos prie skaitmeninių tinklų, integravimą ir valdymą, taip pat realaus pasaulio suliejimą su virtualiu – vadinamosiose kibernetinėse fizinėse sistemose (CPS) – su dirbtinio intelekto pagalba. Tikimasi, kad perėjimas prie išmaniosios gamybos paliks ilgalaikį pėdsaką pramonės aplinkoje (United Nations Industrial Development Organization, 2019).



**7 pav.** Pažangios skaitmeninės gamybos technologijų integravimo privalumai (United Nations Industrial Development Organization, 2019).

Pažangios skaitmeninės gamybos technologijos gali pagerinti produkto ir paslaugos charakteristikas ir funkcijas, dėl kurių padidėtų pajamos, įskaitant produkto naujoves, pritaikymą ir pateikimo į rinką laiką, ir konkurencingesnį produktų ir paslaugų paketą. Pavyzdžiui, duomenų analizė leidžia pasinaudoti realaus laiko klientų duomenų rinkimo ir analizės pranašumais, leidžianti tiesiogiai atsižvelgti į klientų poreikius ir palengvinti ekonomišką masinį produktų pritaikymą. Šios išvalgos apie klientų elgesį gali suteikti didžiulių pranašumų kuriant naujus produktus, paslaugas ir sprendimus. Pokyčiai atveria naujas organizacines ir verslo modelio galimybes, paslaugas prijungiant prie gamybos. Tokiu būdu pažangios skaitmeninės gamybos technologijos atveria galimybę atgaivinti



industrializaciją ir skatinti ekonomikos augimą kuriant naujas prekes ir derinant gamybos ir paslaugų veiklą (United Nations Industrial Development Organization, 2019).

Naudojant greitesnius kompiuterius, išmanesnius įrenginius, mažesnius jutiklių įrenginius, pigesnių duomenų saugojimą ir perdavimą, mašinos ir produktai galėtų būti išmanesni, kad galėtų bendrauti tarpusavyje ir mokytis vieni iš kitų (Vaidyaa, Ambadb ir Bhoslec, 2018).

*Apibendrinant galima teigti, kad Pramonė 4.0 procesai turi didelę reikšmę visiems pramonės sektoriams dėl technologinių procesų tobulinimo, kadangi diegiamas tiek gamybos, tiek valdymo procesų skaitmenizavimas. Tačiau, inžinerinės pramonės įmonėms jie daro didžiausią įtaką dėl didelės gamybos apimtys bei sudėtingesnės gaminamos produkcijos.*

*Apibendrinant pateiktos literatūros analizę, galima teigti, kad pramonės plėtros efektyvumui daugiausiai įtakos turi gaminamos produkcijos konkurencingumo formavimas, vidinių ir išorinių veiksnių įvertinimas bei valdymas, Pramonė 4.0 procesų integravimas. Konkurencingumas skatina įmones tobulinti ne tik produktus, bet ir verslo strategijas ir procesus. Šiuo metu aktuali vystymuisi strategija yra pasitelkti kuo mažiau aplinkai kenkiančių išteklių. Išskiriama darnumo principų svarba, vystant pramonės įmonių veiklą. Mokslinėje literatūroje įvairūs autoriai, kaip svarbiausius vidinius veiksnius apibūdina žmogiškuosius išteklius, t.y. kvalifikuotos darbo jėgos panaudojimą. Be to, tuo pačiu akcentuojama, investicijų į MTEP veiklą ir personalą, svarba. Teigiama, kad šie organizaciniai ištekliai yra svarbūs tuo, kad nėra lengvai atkartojami, kadangi žmogaus kvalifikaciniai gebėjimai gali būti sunkiai išlavinamos vertybės. Tuo tarpu, MTEP aktualumas suprantamas, kaip pagrindinė priemonė, skirta technologijoms ir inovacijoms tobulinti ir naujovių diegimui skatinti. Išskiriami aktualiausi išoriniai pramonės plėtros veiksniai yra skirstomi į šias dvi grupes: ekonominius ir technologinius. Ekonominiai veiksniai, svarbūs dėl to, kad jų analizė padeda didinti darbo produktyvumą, atlikti gamybos išteklių priežiūros valdymą, o technologiniai veiksniai užtikrina pramonės įmonėse technologinių parametru būklės atnaujinimo procesų įgyvendinimą. Pramonė 4.0 apima įvairias inovacijas ir technologijas, kaip daiktų internetą, debesies technologiją, dirbtinį intelektą, virtualią realybę, autonominius robotus ir panašiai. Šių Pramonė 4.0 procesų integravimas suteikia pramonės įmonėms įvairių privalumų, kaip pavyzdžiui, lengviau ir greičiau pasiekiami informacija apie klientus ir jų poreikius, optimizuojamos gamybos apimtys, didinamas produktyvumas, skatinamos inovacijos, lanksčiau sprendžiamos problemos.*

### 3. Tyrimo modelis

Pirmoje darbo dalyje atlikta inžinerinės pramonės rodiklių analizė bei nustatyta, kad šios pramonės šakos esama struktūrinė dalis visoje apdirbamosios gamybos pramonės struktūroje nėra pakankama, nors pati šaka yra gana reikšminga tiek ekonomikai, tiek technologijoms. Teorinėje darbo dalyje atlikta literatūros analizė atskleidė, kad egzistuoja ryšis tarp Pramonė 4.0 kontekste veikiančių veiksnių bei makroekonominės aplinkos veiksnių inžinerinės pramonės rodiklių. Šioje darbo dalyje aptariama atliekamo tyrimo metodologija ir organizavimas.

Tiriamoji darbo dalis skirstoma į dvi dalis. Pirmoje dalyje atliekama lyginamoji statistinių rodiklių analizė. Antroje dalyje, naudojant Eviews 12 programą, atliekamas ekonometrinis vertinimas, siekiant nustatyti esamus ryšius tarp pasirinktų tiriamųjų rodiklių. Abejose tyrimo dalyse, naudojami Lietuvos statistikos departamento ir Eurostato duomenys.

Pirmoje darbo dalyje naudojami statistiniai duomenys, apimantys dešimties metų laikotarpį. Atliekama lyginamoji statistinių rodiklių analizė, remiantis kitos ekonomiškai labiau išsivysčiusios šalies valstybės pavyzdžiu. Šiuo atveju, pasirinkta – Vokietija. Lyginimui taip pat naudojami ir Europos Sąjungos rodikliai, kad nustatyti Lietuvos inovacijų ir pažangos pozicijos padėtį visoje šioje ekonominėje bendrijoje. Taip pat, šioje dalyje atliekama Lietuvos rodiklių dinamikos analizė, kad palyginti inžinerinės pramonės sektoriaus dalį visame apdirbamosios pramonės sektoriuje. Toliau pateikiami tyrimui parinkti ekonominiai rodikliai ir jų analizės metodai.

**6 lentelė.** Pasirinkti rodikliai ir jų analizės metodai

Rodikliai	Atliekamo tyrimo analizės metodas
Suminis inovacijų indeksas	Lyginamoji Lietuvos, Vokietijos ir ES rodiklių analizė
MTEP išlaidos, mln. Eur	Lyginamoji Lietuvos ir Vokietijos rodiklių analizė
Inžinerinės pramonės įmonės, vnt. ir jų struktūrinė dalis apdirbamosios gamybos pramonės sektoriuje, proc.	Lyginamoji Lietuvos ir Vokietijos rodiklių analizė
Investicijos į materialųjį turtą, tūkst. Eur	Lietuvos rodiklių dinamikos analizė
Investicijos į programinę įrangą, tūkst. Eur	Lietuvos rodiklių dinamikos analizė
Investicijos į patentus ir licencijas, tūkst. Eur	Lietuvos rodiklių dinamikos analizė
Tiesioginės užsienio investicijos, mln. Eur	Lietuvos rodiklių dinamikos analizė
Įmonės, diegusios inovacijas, proc.	Lietuvos inžinerinės pramonės sektoriaus ir apdirbamosios gamybos pramonės sektoriaus palyginimas
Darbo našumas, tenkanti vienam užimtajam pridėtinė vertė, tūkst. Eur	Lietuvos inžinerinės pramonės sektoriaus ir apdirbamosios gamybos pramonės sektoriaus palyginimas
Produkcijos vertė, tūkst. Eur	Lietuvos inžinerinės pramonės sektoriaus ir apdirbamosios gamybos pramonės sektoriaus palyginimas
Produkcija be PVM ir akcizo, tūkst. Eur	Lietuvos rodiklių dinamikos analizė

Rodikliai parinkti, pagal jų aktualumą inžinerinės pramonės sektoriui Pramonė 4.0 kontekste. Tai yra, lyginama Pramonė 4.0 veiksnių teigiamo poveikio įtaka inžinerinės pramonės plėtrai, vystant inovacijas ir technologijas. Beveik visi duomenys parinkti pagal EVRK 2 red. (ekonominės veiklos rūšies klasifikatoriaus antrą redakciją), tokiu būdu siekiant tinkamai išskirti inžinerines gamybos šakas. Tyrimui atlikti daugiausia analizuojami šie visi inžinerinės pramonės C22;C24–C30 sektoriai lyginant su C – apdirbamosios gamybos pramonės įmonėmis.

Antroje tiriamoje darbo dalyje taip pat atrenkami Lietuvos statistikos departamento bei Eurostato duomenų bazėse, esantys statistiniai duomenys. Kuo daugiau parenkama stebinių, tuo tiksliau galima nustatyti ryšį, egzistuojantį tarp analizuojamų veiksnių rodiklių. Dėl šios priežasties, turėtų būti parenkami rodiklių ketvirtiniai duomenys, tačiau Lietuvos statistikos departamente, ne visi rodikliai pateikti šia forma. Pavyzdžiui, išlaidos MTEP, eksporto, importo rodikliai, investicijos, tiek į materialųjį, tiek į nematerialųjį turtą yra pateikiami tik metiniais duomenimis. Taigi, analizuojamas laikotarpis nuo 1998 m. iki 2021 m. pabaigos. Tačiau, ne visi rodikliai apima šį laikotarpį, kadangi naudojamose statistikos duomenų bazėse pateikti duomenys trumpesniai laikotarpiai. Parinkti rodikliai ir jų statistinės reikšmės pateiktos 1 priede. Rodikliai parenkami pagal jų priklausymą inžinerinei pramonei, klasifikuojant juos pagal C22, C24–C30, išskyrus tiesiogines užsienio investicijas (įtrauktas papildomas skyrius – C23, nes duomenų bazėse pateikiamas kartu su C22) bei BVP (nes tai bendras ekonominis rodiklis).

Sekančioje lentelėje pateikti tyrimui atlikti naudojami bendri makroekonominiai bei Pramonė 4.0 aplinką veikiantys rodikliai, pasirenkant priklausomą kintamąjį – inžinerinės pramonės produkciją.

**7 lentelė.** Ekonometrinio vertinimo tyrimo veiksniai

<b>Priklausomas kintamasis</b>	<b>Makroekonominiai veiksniai</b>	<b>Veiksniai, susiję su Pramonė 4.0</b>
Inžinerinės pramonės produkcija, mln. Eur	Eksportas, mln. Eur	MTEP (moksliniai tyrimai ir eksperimentinė plėtra), mln. Eur
	Importas, mln. Eur	Investicijos į materialųjį turtą, mln. Eur
	BVP vienam gyventojui, mln. Eur	Investicijos į nematerialųjį turtą (į patentus, licencijas, programinę įrangą), mln. Eur
	TUI (tiesioginės užsienio investicijos), mln. Eur	Darbo našumas, mln. Eur

Pagal pateiktą lentelę galima matyti, kad ekonominis vertinimas paprasčiau gali būti atliekamas pagal dvi dalis. Vienoje dalyje, vertinant makroekonominių veiksnių poveikį inžinerinės pramonės produkcijai, o kitoje dalyje vertinant Pramonė 4.0 veiksnių įtaką tai pačiai pramonės šakų produkcijai.

Atliekant tyrimą yra svarbu nustatyti jo etapus. Toliau pateikiama atliekamo kuriamo modelio ryšio nustatymo tyrimo eiga:

1. Laiko eilučių stacionarumo įvertinimas.
2. Priežastingumo įvertinimas.
3. Koreliacinio ryšio nustatymas.
4. Tinkamiausio modelio nustatymas ir sudarymas (tiesinis regresijos modelis, ARDL modelis su stacionariais arba nestacionariais kintamaisiais).

5. Modelio ir modelio liekamųjų paklaidų įvertinimas.
6. Rodiklių poveikio nustatymas.

Taigi, ekonometrinio vertinimo tyrimas nuosekliai atliekamas pagal nurodytus 6 pagrindinius žingsnius.

*Apibendrinus, tyrimo modelio sudarymas padeda išskirti atliekamo tyrimo dalis ir jo eigą. Vadovaujantis numatytu tyrimo eiliškumu ir metodika sekančiame skyriuje pateikiamas tyrimas ir jo gauti rezultatai.*

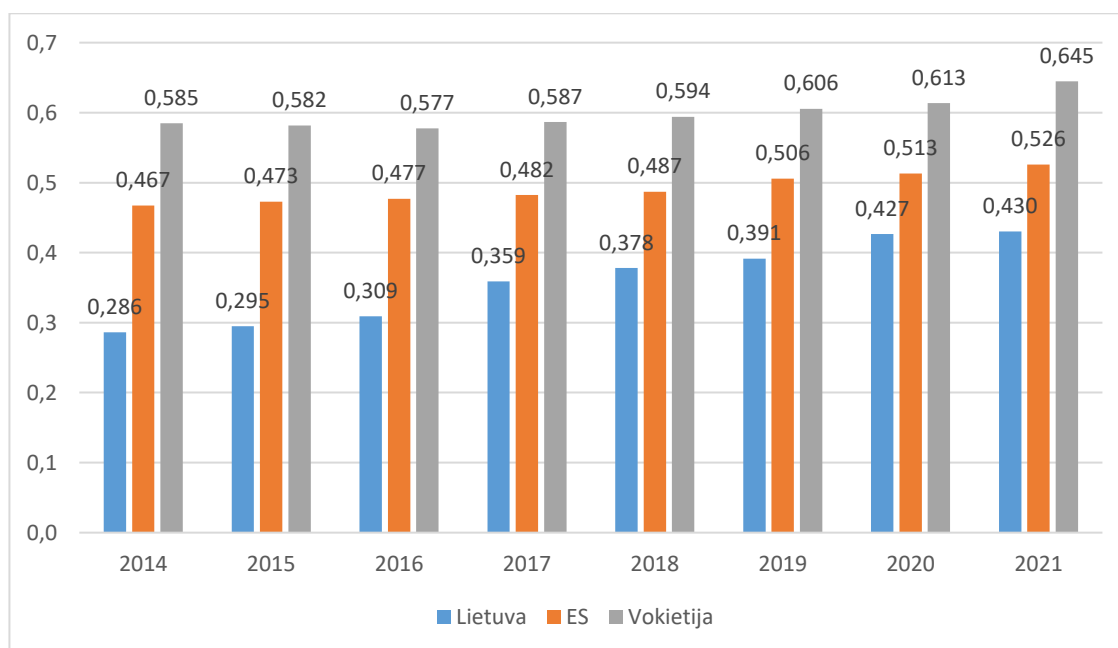
#### 4. Lietuvos inžinerinių pramonės šakų plėtros veiksnių vertinimas Pramonė 4.0 kontekste

Šiame skyriuje siekiama įvertinti inžinerinės pramonės šakoms ir jų plėtrai teigiamą poveikį darančius, su Pramonė 4.0 procesais susijusius bei makroekonominis veiksniai. Tyrimui vertinti, priimta, kad Pramonė 4.0 procesai formuojasi per pastarąjį dešimtmetį ir vyksta dabartyje, todėl vertinant dabartinį laikotarpį su praeitimi, turėtų būti pastebimas teigiamas pokytis. Šiame skyriuje atliekamas tyrimas bei aprašomi jo rezultatai.

##### 4.1. Inžinerinės pramonės šakų lyginamoji analizė

Svarbiausi veiksniai, lemiantys inžinerinės pramonės konkurencingą aplinką ir jos plėtrą Pramonė 4.0 kontekste yra technologijos ir inovacijos. Tuo pačiu, šių veiksnių integravimas į gamybos procesus didina darbo produktyvumą. Šiame poskyryje vertinami anksčiau įvardintų rodiklių pokyčiai Lietuvos inžinerinės pramonės sektoriuose, lyginant juos su išsivysčiusiomis šalimis.

Pirmiausia, įvertinamas suminis inovacijų indeksas, pagal kurį vertinamas inovacijų lygis ir inovacinės veiklos aplinkos tinkamumas šalyse. Palyginimui parenkami Lietuvos, ES ir Vokietijos duomenys.



8 pav. Suminis inovacijų indeksas (Europos Komisija, 2021)

Iš pateiktos diagramos galima matyti, kad Lietuva inovacinėmis veiklomis smarkiai atsilieka nuo Europos Sąjungos vidurkio ir Vokietijos. Bet taip pat svarbu, atkreipti dėmesį, kad Lietuvos inovacijų rodikliai kyla sparčiau. Lietuvoje 2021 m. didėjo 50,35 proc. lyginant su 2014 metais, o ES tik 12,63 proc., Vokietijoje tuo pačiu laikotarpiu 10,26 proc. Lietuvos rodiklių kilimas taip pat reiškia, kad tuo pačiu keliamas bendras Europos Sąjungos vidurkis, kuris kiekvienais metais auga nežymiai. Lietuva yra laikoma vidutine (nuosaikia) novatore, o tuo tarpu Vokietija – stipria novatore. Lietuvos stiprybės, kurias vertino Europos Komisija (2021) skaičiuodama suminį inovacijų indeksą, yra ryšiai, skaitmeninimas ir inovatyvių įmonių kiekis. Tarp geriausių rodiklių šalyje yra aukštąjį išsilavinimą turinčių gyventojų kiekis, kuriamos aplinkai palankios technologijos ir žmogiškieji ištekliai inovacinėse veiklose. Stiprų inovacinės veiklos rezultatų augimą 2017 m. lėmė geresni rodikliai, naudojant inovacijų tyrimų duomenis. Lietuvoje yra didesnė nei vidutinė, vidaus produktų novatorių,

turinčių rinkos naujovių, dalis. Tačiau, su klimato kaita susijusių rodiklių balai yra žemesni nei vidutiniai (Europos Komisija, 2021).

Toliau pateikiama lentelė siekiant tirti skiriamas verslo įmonių išlaidas moksliniams tyrimams ir eksperimentinei plėtrai (MTEP) išlaidas inžinerinės pramonės sektoriui Lietuvoje ir Vokietijoje (C22; C24–C30). Naudoti Eurostato bei The World Bank Group duomenys 2010–2019 m. laikotarpiui išskirti.

**8 lentelė.** MTEP išlaidos (mln., Eur.) inžinerinės pramonės sektoriui (C22;C24–C30) (Eurostat, 2021; The World Bank Group, 2022)

	Lietuva		Vokietija	
	MTEP išlaidos iš viso	MTEP išlaidos, tenkančios 1 tūkst. gyv.	MTEP išlaidos iš viso	MTEP išlaidos, tenkančios 1 tūkst. gyv.
<b>2010</b>	9,123	0,0029	31301	0,3828
<b>2011</b>	11,672	0,0039	34167	0,4256
<b>2012</b>	11,243	0,0038	36601	0,4551
<b>2013</b>	12,177	0,0041	36308	0,4502
<b>2014</b>	17,959	0,0061	39364	0,4861
<b>2015</b>	17,565	0,0060	41167	0,5040
<b>2016</b>	17,022	0,0059	42059	0,5107
<b>2017</b>	25,858	0,0091	47628	0,5762
<b>2018</b>	42,505	0,0152	49965	0,6027
<b>2019</b>	42,317	0,0151	51998	0,6258

Pagal gautus rezultatus pastebėtas milžiniškas šių šalių atotrūkis. Vokietija MTEP veiklai skiria apie 1000 kartų daugiau lėšų už Lietuvą. Be to, Lietuvos rodikliai patyrė nemažai svyravimų ir nuosmukių. Pavyzdžiui, nuo 2014 iki 2016 m. pastebėtas tolygus rodiklių kritimas. Tuo tarpu, Vokietija, kiekvienais metais į MTEP investuoja vis daugiau, išskyrus 2013 m., kai šis rodiklis žemėjo. Viena iš teigiamų pusių yra tai, kad Lietuvoje pagal patirtas išlaidas MTEP, bendras rodiklis nuo 2010 iki 2019 m. išaugo beveik per 5 kartus, o Vokietijoje šio rodiklio augimas nesiekia net 2 kartų pokyčio. Pagal tai galima teigti, kad Lietuva vis labiau orientuojasi į inovacijų ir technologinės pažangos įtakos inžinerinės pramonės sektoriui naudą ir svarbą. Tačiau, atsižvelgus, į tai, kad gyventojų skaičius Lietuvoje ir Vokietijoje ženkliai (apie 30 kartų) skiriasi, paskaičiuota, kiek investicijų į MTEP tenka 1 tūkst. tos šalies gyventojų. Pagal gautus duomenis, galima matyti, kad Lietuvoje ir Vokietijoje skirtumas išlieka didelis, tačiau lyginant vertinamo laikotarpio pradžią (2010 m.) su vertinamo laikotarpio pabaiga (2019 m.) pastebėta, kad skirtumas yra gerokai sumažėjęs. 2010 metais, 1 tūkst. gyventojų skirtos išlaidos MTEP skyrėsi 132 kartus, o 2019 m. – 41 kartą. Tikėtina, kad atotrūkis ateityje turėtų ir toliau mažėti, jei ir toliau bus taip didinamos šios investicijos Lietuvoje, nes kol kas skiriamos išlaidos MTEP žymiai mažesnės nei Vokietijoje.

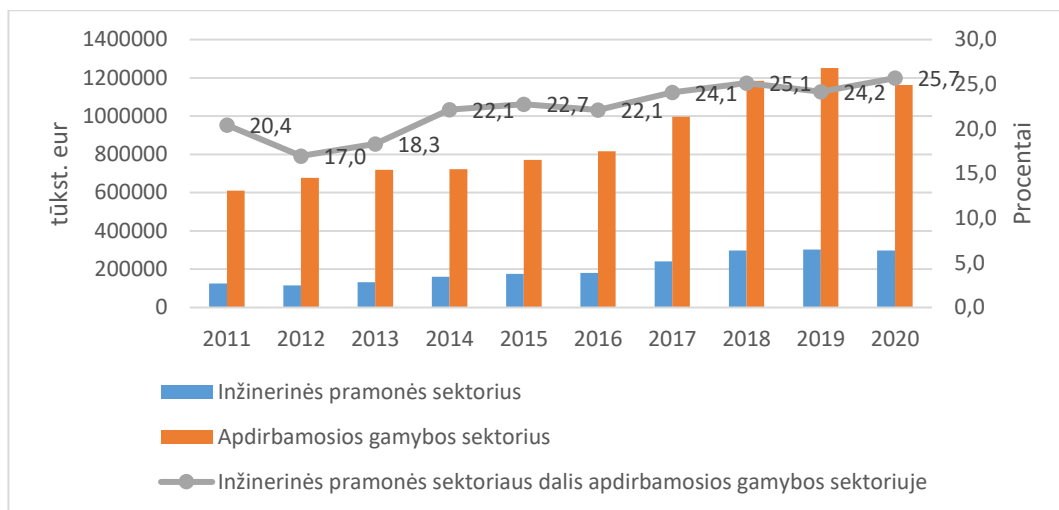
Toliau pateikiama Lietuvos ir Vokietijos inžinerinės pramonės sektoriaus įmonės bei jų dalis visame apdirbamosios gamybos pramonės sektoriuje, siekiant įvertinti šių šakų plėtros tendencijų skirtumus šiose šalyse.

**9 lentelė.** Lietuvos ir Vokietijos inžinerinės pramonės įmonių kiekis ir dalis, proc. apdirbamosios gamybos sektoriuje (Eurostat, 2021)

	Lietuva		Vokietija	
	C22,C24–C30 įmonės	Įmonių dalis visame C sektoriuje	C22,C24–C30 įmonės	Įmonių dalis visame C sektoriuje
<b>2011</b>	2 130	15,52%	86 415	41,58%
<b>2012</b>	2 231	14,74%	85 708	42,08%
<b>2013</b>	2 354	14,60%	86 734	42,76%
<b>2014</b>	2 546	14,16%	89 325	42,02%
<b>2015</b>	2 715	14,00%	85 396	41,65%
<b>2016</b>	2 842	14,23%	84 802	42,02%
<b>2017</b>	2 948	14,55%	80 942	42,48%
<b>2018</b>	3 044	14,50%	85 724	41,60%
<b>2019</b>	3 105	14,90%	87 550	41,19%
<b>2020</b>	3 162	14,83%	87 206	41,20%

Pagal pateiktą lentelę galima pastebėti didelį įmonių, veikiančių inžinerinės pramonės įmonėse skaičiaus skirtumą tarp Lietuvos ir Vokietijos. Tačiau reiktų atkreipti dėmesį, kad Vokietija yra ne tik labiau išsivysčiusi, bet ir plotu ir gyventojų skaičiumi didesnė šalis, todėl yra savaime suprantama, kad joje bus daugiau ir įmonių. Tačiau, net įvertinus šiuos faktorius skirtumas vis tiek yra per didelis. Norint pasiekti geresnių ekonominių ir technologinės pažangos rezultatų Lietuvoje turėtų būti steigiami daugiau aukštųjų technologijų apdirbamosios gamybos pramonės sektoriaus įmonių. Pastebėta, kad Vokietijoje įmonių kiekis kiekvienais metais kinta, yra tiek pakilimų, tiek ir nuosmukių, tačiau Lietuvoje inžinerinė pramonė tik plečiasi, nes vis daugiau įkuriama šios šakos įstaigų. Vokietijoje geriausias rodiklis pasiektas 2014 m., tuo tarpu Lietuvoje 2020 m. Visgi, įvertinus pokyčius nuo 2011 iki 2020 m. pagal įmonių kiekį Lietuvoje šio sektoriaus įmonių skaičius augo sparčiau, nes vertinamo laikotarpio pabaigoje aukštųjų technologijų įmonių padaugėjo apie 1 tūkst., o tuo tarpu Vokietijoje tik apie 800. Įvertinus inžinerinės pramonės įmonių dalį bendrame apdirbamosios gamybos sektoriuje, pastebėta, kad Lietuvoje inžinerinės pramonės dalis yra 3 kartus mažesnė, nei Vokietijoje. Be to, pastebėta, kad inžinerinės pramonės dalis visame apdirbamosios gamybos sektoriuje beveik nesikeičia abejose šalyse. Visgi, pagal sudaromą inžinerinės pramonės dalį, Lietuvoje didžiausias rodiklis pasiektas analizuojamo laikotarpio pradžioje (2011 m.). Tai parodo, kad inžinerinė pramonė plečiasi gana lėtai, nes nesugeba užimti didesnės dalies per visą analizuojamą laikotarpį.

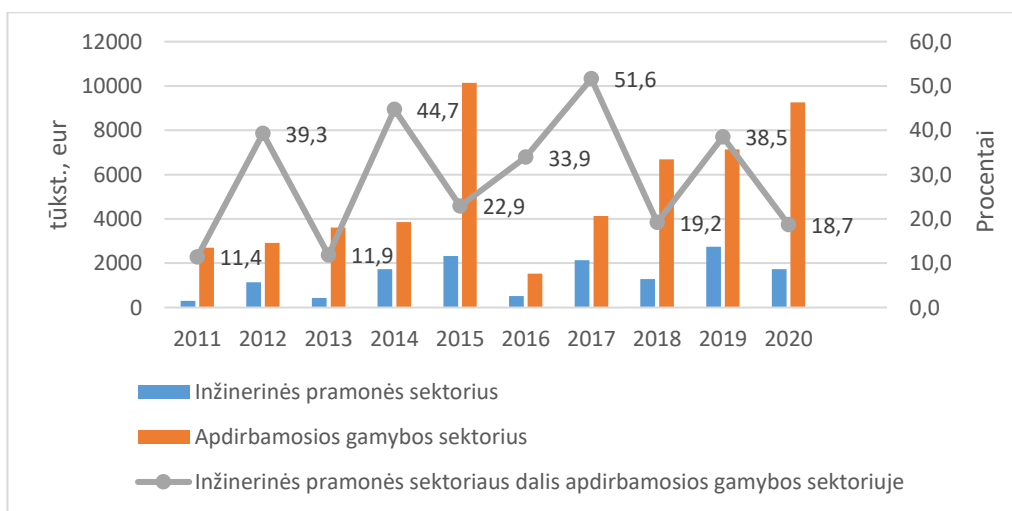
Pramonė 4.0 lemia skaitmenizavimo procesus, kuriems įgyvendinti reikalingos technologijų inovacijos. Technologijoms vystyti reikalingos investicijos į skirtingas sritis. Šiuo atveju, išskiriamos dviejų tipų investicijos: į ilgalaikį materialųjį turtą bei į nematerialųjį turtą. Pirmiausia, pateikiama bendrųjų investicijų į ilgalaikį materialųjį turtą analizė. Ilgalaikis materialusis turtas yra turtas, skirtas produkcijai gaminti ir paslaugoms teikti, teikiantis ekonominę naudą (12-asis verslo apskaitos standartas ilgalaikis materialusis turtas, 2015).



**9 pav.** Bendrosios investicijos į ilgalaikį materialųjį turtą Lietuvos apdirbamojoje pramonėje, tūkst. Eur, 2011–2020 (Lietuvos statistikos departamentas, 2021)

Pagal pateiktą diagramą, galima pastebėti, kad Lietuvoje investicijos į ilgalaikį materialųjį turtą nuolat kyla. Tik 2020 m. pastebėtas rodiklių kritimas, greičiausiai dėl COVID-19 sukeltų pasekmių. Tačiau, visgi inžinerinė pramonė pandemijos metu stabiliai investavo į materialųjį turtą. Į inžinerinės pramonės sektoriaus ilgalaikį materialųjį turtą investuojama labai nedaug lyginant su visomis apdirbamosios gamybos sektoriaus šakomis. Lietuvos inžinerinės pramonės šakų investicijų dalis visoje apdirbamosios gamybos pramonėje analizuojamu laikotarpiu sudarė nuo 17 iki 25,7 proc. Be to, rodikliai inžinerinės pramonės sektoriuje kyla, bet labai nežymiai, kai tuo tarpu visos apdirbamosios gamybos šakos rodikliai kyla stipriau.

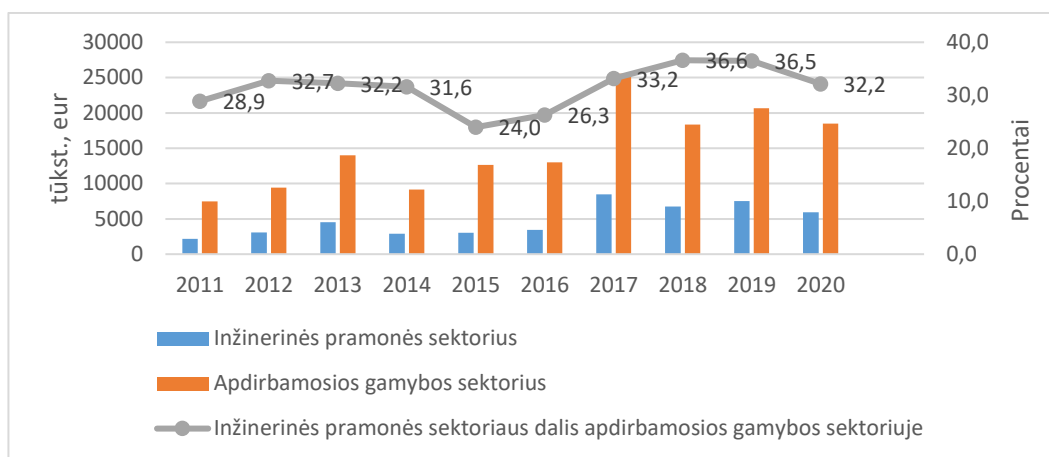
Toliau reikėtų įvertinti investicijas į nematerialųjį turtą. „Nematerialusis turtas – neturintis materialios formos nepiniginis turtas, kuriuo įmonė disponuoja, kurį naudodama tikisi gauti tiesioginės ir (arba) netiesioginės ekonominės naudos ir kurio vertė yra ne mažesnė už įmonės nusistatytą minimalią nematerialiojo turto vertę.“ (13-asis verslo apskaitos standartas nematerialusis turtas, 2015). Toliau pateikiama skirtingų rūšių, į nematerialųjį turtą, investicijos. Išskiriamos investicijos į patentus ir licencijas bei programinę įrangą, kadangi pagal Lietuvos statistikos departamento duomenis, bendrai rodikliai pateikiami nebuvo.



**10 pav.** Investicijos į patentus ir licencijas Lietuvos apdirbamojoje pramonėje, tūkst., Eur, 2011–2020 m. (Lietuvos statistikos departamentas, 2021)



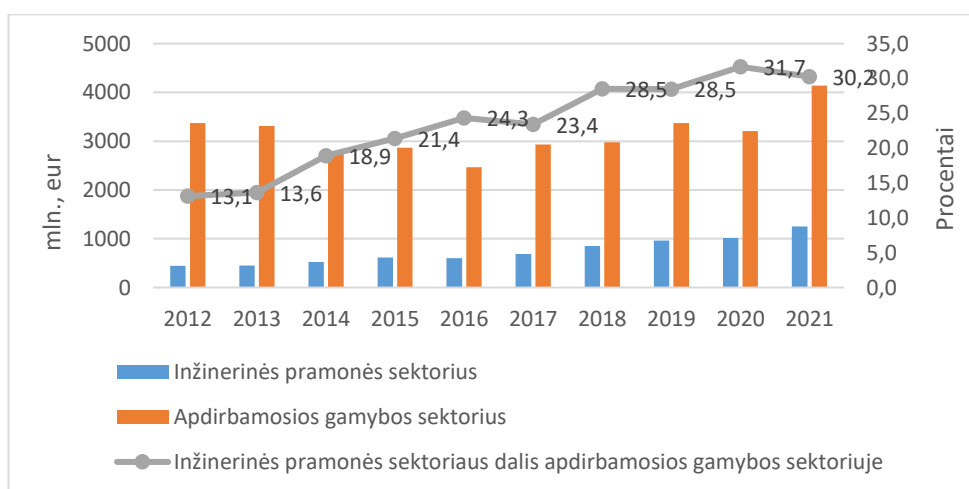
Pagal 10 pav. pateiktą diagramą, galima pastebėti, kad investicijos į patentus ir licencijas apdirbamosios gamybos sektoriuje stipriai išaugo 2015 metais, o inžinerinės pramonės sektoriuje aukščiausią ribą pasiekė 2019 metais. Pagal procentinę užimamą investicijų į patentus ir licencijas dalį inžinerinės pramonės sektorius geriausius rezultatus pasiekė 2017 metais (apie 52 proc.). Diagramoje pateikti gana dideli svyravimai, reiškia, kad naujų patentų ir licencijų kiekis taip pat netolygus, kas reiškia, kad įmonės ne visada geba adaptuoti naujas idėjas savo veiklose.



**11 pav.** Investicijos į programinę įrangą Lietuvos apdirbamojoje pramonėje, tūkst., Eur, 2011–2020m. (Lietuvos statistikos departamentas, 2021)

Pagal 11 pav. pateiktą diagramą galima atkreipti dėmesį, į investicijų į programinę įrangą pokyčius, kiekvienais metais. Nustatyta, kad tik 2017 m. rodiklis smarkiai pakilo, nes tuo metu buvo įvertinta informacinių technologijų naudojimo svarba tiek inžinerinės pramonės sektoriui, tiek ir visam apdirbamosios gamybos sektoriui. Rodiklių nuolatinė kaita parodo, kad įmonės nelabai pripažįsta programinės įrangos atnaujinimo aktualumo kiekvienų metų eigoje. Greičiausiai lieka prie senesnių, įprastinių sistemų keleriems metams. Visgi, net ir investuojant į programinės įrangos tobulinimus, gali reikšti, kad įmonės darbuotojai nemokės tinkamai elgtis su atnaujinta sistema. Dėl šios priežasties, gali prireikti papildomų kaštų ir laiko darbuotojų gebėjimams lavinti.

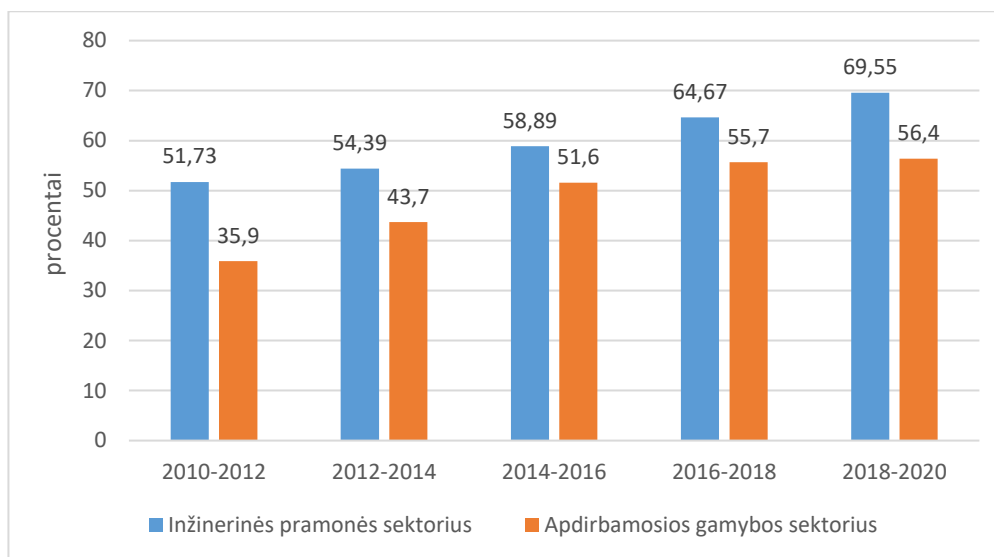
Toliau, siekiant įvertinti tiesioginių užsienio investicijų patrauklumą Lietuvos inžinerinės pramonės ir apdirbamosios gamybos įmonėms pateikiamas 12 pav.



**12 pav.** Tiesioginės užsienio investicijos Lietuvos apdirbamojoje pramonėje, mln., Eur, 2012–2021 m. (Lietuvos statistikos departamentas, 2021)

Pagal 12 pav. pateiktą diagramą, galima teigti, kad Lietuvos inžinerinės pramonės sektorius tampa vis labiau patrauklesnis užsienio investuotojams. Reikėtų paminėti, kad Lietuvoje nėra pastebimai dominuojančių įmonių Europos rinkoje, lyginant su kitų šalių įmonių sukurtais prekiniais ženklais. Dėl šios priežasties, pritraukti investicijas į Lietuvos pramonį sektorius yra sudėtingiau. Tačiau, investicijų augimas inžinerinės pramonės sektoriuje, parodo, kad kuriami produktai užsieniečiams atrodo patikimi, tinkamos kokybės ir tikima ateities perspektyvomis Lietuvoje. Investicijų augimas paprasčiau skatinamas inovatyvių produktų kūrimu. Visgi, inžinerinės pramonės sektoriui skiriamos tiesioginės užsienio investicijos beveik kiekvienais metais užima pastebimai didesnę visų apdirbamosios gamybos pramonės sektoriui, skiriamų investicijų dalį. Inžinerinei pramonei, skirta didžiausia tiesioginių užsienio investicijų dalis pasiekta 2020 m., kuri sudarė apie 32 proc. viso apdirbamosios gamybos sektoriaus. Iš viso daugiausia tiesioginių užsienio investicijų pritraukta 2021 m.

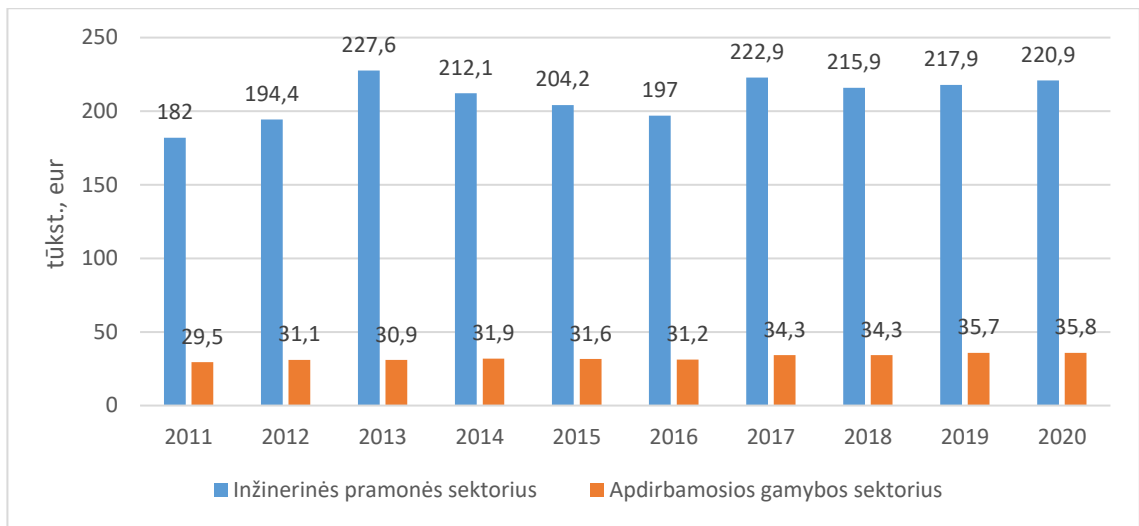
Toliau pateikiama inžinerinės pramonės ir apdirbamosios gamybos įmonių, diegusių inovacijas procentinė dalis.



**13 pav.** Įmonės, diegusios inovacijas Lietuvos apdirbamojoje pramonėje, proc., 2010–2020 m. (Lietuvos statistikos departamentas, 2021).

Iš pateiktos diagramos matomas akivaizdus skirtumas pagal inovatyvių įmonių kiekį inžinerinės pramonės sektoriuje ir apdirbamosios gamybos sektoriuje. Visgi, inžinerinėje pramonėje ypatingai svarbus dėmesis skiriamas inovacinėms veikloms, nes iš čia kyla didelės vertės produktai, reikalaujantis technologinių naujovių, skirtų didinti kuriamos produkcijos kiekį ir tuo pačiu, keliant pelno maksimizavimą. Pastebėta, ka vis daugiau įmonių supranta inovacijų diegimo svarbą, bei jo suteikiamas perspektyvas. Analizuojamo laikotarpio pabaigoje įmonių kiekis, diegusių inovacijas inžineriniame pramonės sektoriuje pasiekė beveik 70 proc., visų šių įmonių dalies. Vadinasi, dauguma inžinerinės pramonės įmonių diegia inovacijas. Be to, šis rodiklis pagal pastebėtas tendencijas turėtų toliau kilti. Tuo tarpu visame apdirbamosios gamybos sektoriuje šiek tiek daugiau nei pusę įmonių diegia inovacijas.

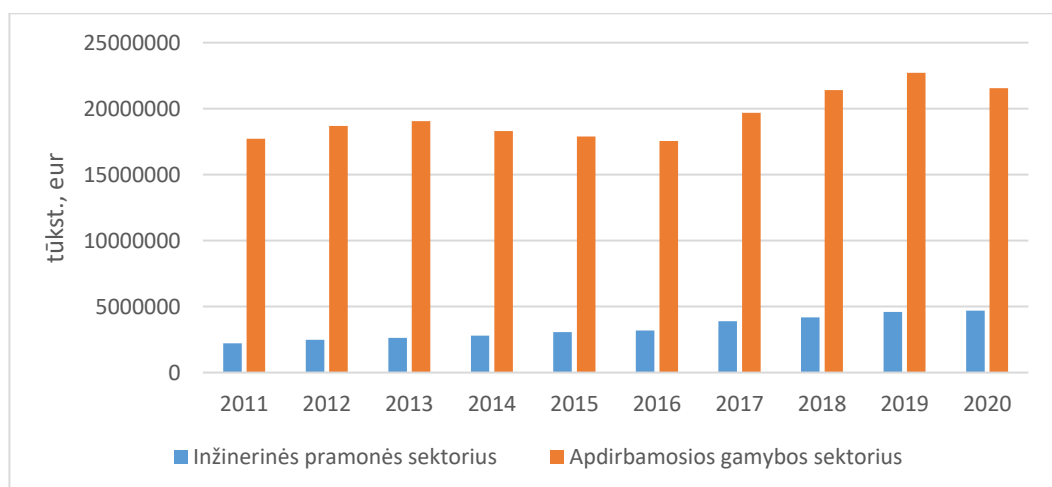
Pramonė 4.0 skatina technologijas, pagal kurias turėtų tobulėti ir atliekamo darbo procesas, produktyvumas bei pridėtinė vertė. Tam įvertinti, toliau pateikiama kuriamos pridėtinės vertės ir darbo našumo ypatumai nuo 2011 iki 2020 m.



**14 pav.** Darbo našumas pagal pridėdamąją vertę, tenkančią vienam užimtajam Lietuvos apdirbamojoje pramonėje, to meto kainomis, tūkst. Eur., 2011–2020 m. (Lietuvos statistikos departamentas, 2021)

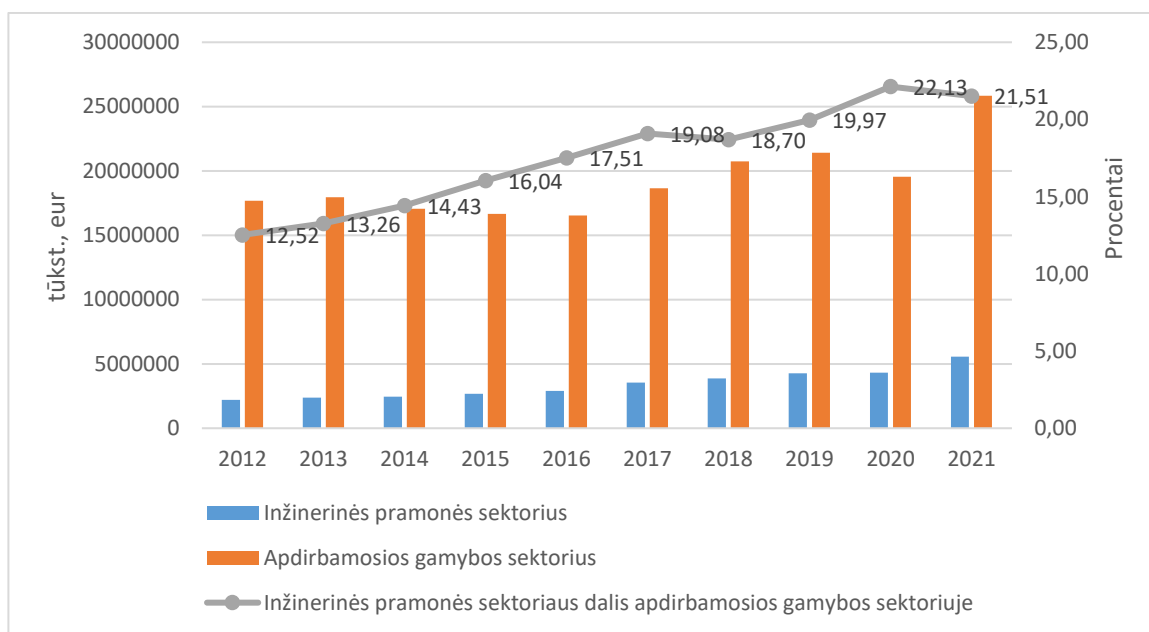
Pagal pateiktą diagramą galima pastebėti, kad kuriama pridėtinė vertė inžineriniame sektoriuje žymiai labiau skiriasi nuo viso apdirbamosios gamybos sektoriaus. Tai tik įrodo, kad kuriami aukštųjų technologijų pramonės produktai yra ypatingai svarbūs ir vertingi ekonomikai ir jos plėtrai. Geriausias darbo našumo rodiklis inžinerinės pramonės sektoriuje pasiektas 2013 m. (227,6 tūkst.), o mažiausias 2011 m. (182 tūkst.). Visgi, labai nepastovus darbo našumo rodiklis parodo galimai sektoriuje išskylančias problemas. Tobulėjant skaitmenizacijos ir automatizacijos procesams, rodiklis turėtų tik kilti, o kadangi taip nėra, galima pateikti galimas to priežastis. Pirmiausia, gali būti, kad kai kurios įmonės pasyviau priima naujus technologinius sprendimus, nes bijo investuoti į naujoves, nenorėdamos patirti nuostolių. Antra priežastis: trūksta aukštesnės kvalifikacijos darbuotojų galinčių atlikti sunkesnes užduotis. Patiriami didesni įmonių kaštai ieškant darbuotojų, todėl paskirstant išteklius, mažiau lėšų skiriama esamiems darbuotojams ir panašiai. Visgi, apdirbamosios gamybos sektoriaus darbo našumo rodiklis išliko gana panašus per analizuojamą laikotarpį, kas parodo, kad pastebimos reikšmingos įtakos inovacijos jam neturi.

Toliau pateikiama inžinerinės pramonės produkcijos vertė, siekiant nustatyti Pramonę 4.0 poveikį šio rodiklio pokyčiui.



**15 pav.** Produkcijos vertė, tūkst. Eur, 2011–2020 (Lietuvos statistikos departamentas, 2021)

Pagal 15 pav. pateiktą diagramą galima pastebėti, kad Pramonė 4.0 turėjo didelį poveikį inžinerinės pramonės produkcijos vertės kūrimui. Tai galima pastebėti, iš to, kad per 10 metų laikotarpį rodiklis išaugo daugiau nei dvigubai. Tai tik parodo, kad inžinerinė pramonė Lietuvoje vis labiau progresuoja ir įmonės pradeda naudoti pažangesnius darbo metodus ir techniką. Tuo tarpu, visame apdirbamosios gamybos sektoriuje pastebimas nuolatinė produkcijos vertės kaita. Sektoriuje, nuo 2011 m. iki 2020 m. produkcijos vertė išaugo apie 1,2 karto.



**16 pav.** Lietuvos pramonės produkcija (be PVM ir akcizo), tūkst., Eur, 2012–2021 (Lietuvos statistikos departamentas, 2021)

Pagal pateiktą diagramą, galima matyti, inžinerinės pramonės sektoriaus produkcijos nuolatinį nežymų augimą kiekvienais metais, bet tik 2021 m. pavyko pastebėti didesnę šios produkcijos apimtį šuolį. Lyginant su inžinerinės pramonės sektoriaus produkcija, visas apdirbamosios gamybos sektorius dešimties metų laikotarpyje keitėsi žymiai labiau, patyrė didesnių svyravimų, tai krito, tai augo. Visgi, vertinant statistinius rodiklius, inžinerinės pramonės sektorius užima vis didesnę apdirbamosios gamybos pramonės šakų produkcijos dalį. Tačiau, šiuo metu pasiekama tik apie 22 proc. visos apdirbamosios gamybos sektoriaus produkcijos, kas yra laikoma gana mažai, tačiau pagal pastebimas tendencijas, šis procentas turėtų tik kilti.

*Apibendrinus galima teigti, kad Pramonė 4.0 turi svarbų poveikį beveik visiems analizuotiems rodikliams. Inžinerinės pramonės sektorius į technologijos revoliucijos sukeltas permainas reagavo greitai bei pritaikė jas tolesniems vystymosi etapams. Kiekvienais metais, inžinerinės pramonės įmonės Lietuvoje vis daugiau lėšų investuoja į materialųjį turtą bei diegia inovacijas savo veiklose. Dėl šios priežasties gerėja kuriamos produkcijos vertė ir kokybė, tuo pačiu pritraukiant daugiau užsienio investuotojų. Kita vertus, darbo našumo rodiklių kaita parodo, kad inžinerinės pramonės šakos gali didinti darbo našumą spartinant inovatyvių technologijų diegimą ir optimizuojant kvalifikuotų darbuotojų kiekį. Taip pat, pagal inovacijų lygį, Lietuva vis dar nepasiekia Europos Sąjungos vidurkio. Pagal vertintą 10 metų laikotarpį pastebimas nemažas teigiamas pokytis, rodo inžinerinės pramonės jautrumą ir imlumą Pramonė 4.0 procesams, tačiau rodiklių augimas nėra pakankamas lyginant su Europos Sąjunga. Dėl to, svarbu paskatinti įmones daugiau investuoti į technologijas ir inovacijas, siekiant didinti inžinerinės pramonės produkcijos apimtį.*

## 4.2. Pramonė 4.0 ir makroekonominių veiksnių įtakos inžinerinės pramonės produkcijai vertinimas

Šiame poskyryje bus atliekamas ekonometrinis laiko eilučių vertinimas, naudojant Eviews 12 programą. Šio tyrimo tikslas – rasti inžinerinės pramonės produkcijai teigiamą ir reikšmingą poveikį turinčius veiksnius.

Tyrimas gali būti atliekamas tik su stacionariais kintamaisiais, todėl pirmiausia nustatomas parinktų kintamųjų laiko eilučių stacionarumas. Pasirinktas vertinimui priklausomasis kintamasis (y) – inžinerinės pramonės produkcija. Jo stacionarumas pateikiamas 10 lentelėje. Stacionarumo vertinimo rezultatai pateikti 2 priede.

**10 lentelė.** Pasirinkto priklausomojo kintamojo (pramonės produkcijos) stacionarumo vertinimas

Laiko eilutės reikšmė	Modelis			Laiko eilutės integruotumas
	Be poslinkio ir trendo	Su poslinkiu	Su poslinkiu ir trendu	
<b>Pramonės produkcija</b>				<b>I(1)</b>
Nediferencijuotos	0.9998	0.9998	0.9933	
Diferencijuotos 1 kartą	0.0506	0.0529	0.0497	
Diferencijuotas 2 kartą	-	-	-	

Stacionarumas vertinamas, pagal nustatytą pasiklivimo lygmenį – 0,05, kuris toliau bus naudojamas vienodas visose tyrimo dalyse. Pasiklivimo lygmuo nurodo, kad stacionarumui gauti turi būti:  $p < 0,05$ . Vadinasi, laiko eilutė yra stacionari, kai pasiekama tikimybė yra mažesnė už 0,05. Analizuojamas modelis pagal eiliškumą: pirmiausia nediferencijuota laiko eilutė įvertinama be poslinkio ir trendo. Jei gauta reikšmė, kad  $p > 0,05$ , tada parenkamas modelio su poslinkiu vertinimas. Jei ir vėl gauta tikimybės reikšmė yra didesnė už 0,05, tada laiko eilutė įvertinama su poslinkiu ir trendu. Diferencijuojama tik tada, jeigu laiko eilutė nėra stacionari. Išdiferencijuota laiko eilutė iš naujo vertinama pagal tą patį eiliškumą. Laiko eilutės integruotumas priklauso nuo to, kiek kartų reikia išdiferencijuoti kintamuosius, kad gauti stacionarų procesą. Pagal pateiktą lentelę galima teigti, kad inžinerinės pramonės produkcija yra pirmos eilės integruotas procesas, kadangi reikėjo diferencijuoti tik vieną kartą, kad gauti stacionarų procesą. Tikimybės reikšmė, kai pasiektas stacionarumas lentelėje pažymėta raudonai ( $p < 0,05$ , nes  $0.0497 < 0,05$ ). Stacionarumas pasiektas su poslinkiu ir trendo modeliu.

Toliau ekonometrinio tyrimo vertinimas išskirtas į dvi pagrindines dalis. Pirmojoje dalyje vertinama Pramonė 4.0 veiksnių įtaka inžinerinės pramonės produkcijos apimtims. Antroje dalyje nustatomas makroekonominių veiksnių poveikis inžinerinės pramonės produkcijai.

### 4.2.1. Pramonė 4.0 veiksnių įtakos inžinerinės pramonės produkcijai vertinimas

Šiame poskyryje, atliekamas veiksnių, susijusių su Pramonė 4.0 procesais, darančių įtaką inžinerinės pramonės veiklos rezultatams, vertinimas.

Pirmiausia, atliekamas šių pasirinktų veiksnių, susijusių su Pramonė 4.0 procesais, laiko eilučių stacionarumo tikrinimas – MTEP, investicijos į materialųjį turtą, investicijos į nematerialųjį turtą, darbo našumas. Gautų stacionarumo vertinimo rezultatai pateikti 2 priede. Toliau, 11 lentelėje pateikiamas nepriklausomų kintamųjų stacionarumo įvertinimas.

**11 lentelė.** Pasirinktų nepriklausomų kintamųjų stacionarumo vertinimas.

Laiko eilutės reikšmės	Modelis			Laiko eilutės integruotumas
	Be poslinkio ir trendo	Su poslinkiu	Su poslinkiu ir trendu	
<b>MTEP</b>				<b>I(1)</b>
Nediferencijuotos	0.9070	0.9413	0.4232	
Diferencijuotos 1 kartą	0.0261	-	-	
<b>Investicijos į materialųjį turta</b>				<b>I(1)</b>
Nediferencijuotos	0.8968	0.7990	0.8586	
Diferencijuotos 1 kartą	0.0012	-	-	
<b>Investicijos į nematerialųjį turta</b>				<b>I(0)</b>
Nediferencijuotos	0.6078	0.3676	0.0313	
Diferencijuotos 1 kartą	-	-	-	
<b>Darbo našumas</b>				<b>I(1)</b>
Nediferencijuotos	0.9722	0.6980	0.5869	
Diferencijuotos 1 kartą	0.0003	-	-	

Iš pateiktos lentelės matyti, kad investicijos į nematerialųjį turta yra stacionari laiko eilutė. Tačiau, kiti rodikliai yra diferencijuojami bent po vieną kartą ir tik tada tampa stacionarūs. Pirmos eilės integruoti procesai yra išlaidos MTEP, investicijos į materialųjį turta, kadangi juos užtenka diferencijuoti po vieną kartą. Tačiau, užimtumas žinioms imlioje veikloje yra antros eilės integruotas procesas, kadangi kintamąjį reikia diferencijuoti 2 kartus.

Toliau vertinami priežastiniai ryšiai tarp Pramonė 4.0 veiksmų ir inžinerinės pramonės produkcijos pateikiami 12 lentelėje. Atliekant priežastingumą testą, beveik visi rodikliai diferencijuojami, išskyrus investicijas į nematerialųjį turta, kadangi jis yra vienintelis stacionarus kintamasis. Diferencijuoti kintamieji lentelėje pažymėti šiuo simboliu –  $\Delta$ .

**12 lentelė.** Pasirinktų kintamųjų priežastingumo vertinimas.

H:	I=1	I=2	I=3	I=4	I=5	I=6
$\Delta$ MTEP $\rightarrow$ $\Delta$ produkcijai	0.5563	0.6051	0.6516	-	-	-
$\Delta$ Investicijos į materialųjį turta $\rightarrow$ $\Delta$ produkcijai	0.7532	0.8084	0.4440	0.1734	0.0918	0.3325
Investicijos į nematerialųjį turta $\rightarrow$ $\Delta$ produkcijai	0.5696	0.3334	0.2824	-	-	-
$\Delta$ Darbo našumas $\rightarrow$ $\Delta$ produkcijai	0.3861	0.3174	0.4131	0.4749	0.1449	0.4897

Pagal atliktą Granger testą, reikšminių priežastinių ryšių tarp Pramonė 4.0 veiksmų ir inžinerinės pramonės produkcijos nepavyko nustatyti. Tai reiškia, kad rodikliai trumpuoju laikotarpiu neturi įtakos inžinerinės pramonės produkcijai. Nors pagal atliktą testą nepavyko rasti reikšminių priežastinių ryšių, kad kuris iš kintamųjų lemia produkciją, tai nereiškia, kad praktikoje taip ir yra. Pirmiausia, reikia atkreipti dėmesį, kad laiko eilutes geriausia testuoti su kuo daugiau duomenų, bet pavyzdžiui, vienas svarbiausių rodiklių Pramonė 4.0 procesuose yra MTEP, bet šis rodiklis statistikos portaluose (Eurostat, Lietuvos statistikos departamentas) pateikiamas tik nuo 2008 m. Be to, pateikiami tik metiniai duomenys, todėl kintamojo laiko eilutė yra trumpa. Vadinasi, tokį tyrimą pakartotinai reikėtų atlikti ateityje, vertinant ilgesnį laikotarpį, norint išgauti patikimesnius rezultatus.

Tiriama Pramonė 4.0 kontekste veikiančių rodiklių įtaka inžinerinės pramonės produkcijai. Toliau atliekamas koreliacinio ryšio nustatymas.

**13 lentelė.** Kintamųjų koreliacinė matrica.

	D(INVESTICIJOS Į MATERIALŪJŲ TURŲĄ)	D(DARBO NAŠUMAS)	D(MTEP)	INVESTICIJOS Į NEMATERIALŪJŲ TURŲĄ	D(PRODUKCIJA)
D(INVESTICIJOS Į MATERIALŪJŲ TURŲĄ)	1.000000				
	-----				
D(DARBO NAŠUMAS)	0.355327	1.000000			
	0.2570	-----			
D(MTEP)	0.773722	-0.004977	1.000000		
	0.0031	0.9878	-----		
INVESTICIJOS Į NEMATERIALŪJŲ TURŲĄ	0.457309	0.066467	0.487882	1.000000	
	0.1350	0.8374	0.1076	-----	
D(PRODUKCIJA)	0.862389	0.540880	0.527345	0.589574	1.000000
	0.0003	0.0694	0.0781	0.0436	-----

Koreliacinės matricos lentelėje yra pateikiami koreliacijos koeficientai ir tikimybės, vertinančios ar tarp kintamųjų yra tiesinis reikšminis ryšys. Nestacionarūs laiko eilučių procesai, vertinant koreliaciją buvo diferencijuojami. Pagal koreliacinės matricos lentelę galima pastebėti, kad tiesioginis reikšmingas ryšis yra tarp produkcijos ir investicijų tiek į materialųjį, tiek ir į nematerialųjį turą. Vadinasi, galima bus kurti keletą modelių ryšių nustatymui. Tačiau, pirmiausia, modelis bus kuriamas tarp inžinerinės pramonės produkcijos ir investicijų į materialųjį turą, kadangi šie kintamieji stipriau koreliuoja tarpusavyje. Vėliau, modelis bus kuriamas tarp produkcijos ir investicijų į nematerialųjį turą. Tarp produkcijos ir likusių kintamųjų (MTEP ir darbo našumo) nepavyko nustatyti reikšmingo tiesinio ryšio (nes  $p > 0.05$ ), vadinasi tarp rodiklių egzistuoja netiesinis ryšys.

Pirmiausia, kuriamas modelis tarp produkcijos ir materialinių investicijų. Prieš tai, reikia patikrinti, šių kintamųjų kointegratumą, kadangi jie yra pirmos eilės integruoti procesai. Kointegracijos nustatymas skirtas išvengti klaidingos regresijos. Kointegracija vertinama pagal paklaidų stacionarumą. Sukuriamas regresijos modelis ir jo paklaidos. Tikrinant kintamųjų paklaidų stacionarumą gauta, kad  $p > 0,05$ , nes  $p = 0.1570$ , todėl paklaida nėra stacionari, vadinasi, kintamieji yra nekontingenti. Užrašant modelį „d(produkcija) c d(investicijos materialam turtui)“ gauta, kad modelis yra reikšminis, nes  $F \text{ statistic} = 0.000129$ , kas yra mažiau už 0.05. Be to, modelis yra vidutiniško tikslumo, kadangi patikslintas  $R^2 = 0.542104$ . Vadinasi, investicijos į materialųjį turą turi reikšminės įtakos inžinerinės pramonės produkcijai.

Kadangi nepavyko nustatyti paklaidų stacionarumo, turi būti kuriamas ARDL – autoregresijos paskirstyto vėlinimo modelis. Šiuo modeliu, vertinamas ryšys, įtraukiant vėlinimus. Pirmiausia, nustatoma kiek vėlinimų reikia įtraukti į modelį. Reikalingi vėlinimai nustatomi, pagal toliau atliekamą SC (Švarco kriterijaus) reikšmių vertinimą, kad nustatyti tinkamiausio ARDL modelio kūrimą. Kintamieji, prieš įtraukiant vėlinimus, pirmiausia yra diferencijuojami.

**14 lentelė.** Kintamųjų SC reikšmės.

"d(produkcijos)" vėlinimai	„d(investicijos į materialųjį turta)“ vėlinimų reikšmės					
	0	1	2	3	4	5
0	13.66029	13.82677	13.95752	13.81540	13.76059	13.86026
1	13.69633	13.69544*	13.77014	13.29557*	12.85799	12.97786
2	13.82397	13.84996	13.90022	13.45764	12.66870	12.96931
3	13.61483*	13.77856	13.72620*	13.61587	12.50186*	11.65665
4	13.65392	13.79816	13.84396	13.77923	12.67430	10.42812
5	13.81714	13.95608	14.00869	13.89697	12.71054	8.476700*

Tinkamiausias modelis yra nustatomas pagal mažiausią SC reikšmę. Pagal pateiktą 14 lentelę, nustatyta, kad tinkamiausias modelis yra ARDL(5;5), kadangi tada gaunama mažiausia SC reikšmė: 8.476700. Vadinasi, į modelį reikalinga įtraukti po penkis produkcijos ir penkis materialinių investicijų vėlinimus. Kuriant ARDL modelį reikšmės diferencijuojamos.

Toliau, vertinamos sukurto ARDL(5;5) modelio charakteristikos pateiktos 15 lentelėje.

**15 lentelė.** ARDL(5;5) modelio charakteristikos.

Nepriklausomi kintamieji	ARDL(5;5) įverčiai
C	160.8692
D(PRODUKCIJA(-1))	-1.296745
D(PRODUKCIJA(-2))	-1.724319
D(PRODUKCIJA(-3))	-1.254703
D(PRODUKCIJA(-4))	-0.410600
D(PRODUKCIJA(-5))	0.180890
D(INVESTICIJOS Į MATERIALŪJĮ TURTA)	8.863922
D(INVESTICIJOS Į MATERIALŪJĮ TURTA(-1))	6.740362
D(INVESTICIJOS Į MATERIALŪJĮ TURTA(-2))	9.152087
D(INVESTICIJOS Į MATERIALŪJĮ TURTA(-3))	5.021900
D(INVESTICIJOS Į MATERIALŪJĮ TURTA(-4))	-1.334606
D(INVESTICIJOS Į MATERIALŪJĮ TURTA(-5))	-5.609784
PRODUKCIJA(-1)	-0.726925
INVESTICIJOS Į MATERIALŪJĮ TURTA(-1)	13.93674
Pataisytas R <sup>2</sup>	0.996424
Fisher statistikos tikimybė	0.045080
Paklaidų vidurkis	2.35e-13
Paklaidų normalumas: JB tikimybė	0.686796
Breusch-Pagan-Godfrey testo tikimybė	0.4523
Paklaidų autokoreliacija	Yra

Pagal 15 lentelę galima matyti, kad modelis yra reikšminis (Fisher tikimybė<0,05), bei labai tikslus (R<sup>2</sup>=0.996424). Toliau tiriamos modelio liekamosios paklaidos, kurios turi tenkinti visas šias keturias prielaidas:

- 1) Paklaidų vidurkis turi būti artimas 0;
- 2) paklaidos turi būti pasiskirsčiusios pagal normalųjį skirstinį;



- 3) egzistuoja homoskedastija, t.y. paklaidų dispersija yra pastovi;  
 4) nėra autokoreliacijos.

1 prielaida tikrinama pagal 15 lentelėje nurodyta reikšmę „paklaidų vidurkis“. 2 prielaida tikrinama pagal lentelėje nurodytą paklaidų normalumą: JB tikimybė, kuri turi būti didesnė nei 0,05. 3 prielaida tikrinama pagal Breusch-Pagan-Godfrey testo tikimybę, kuri turi būti daugiau nei 0,05. 4 prielaida tikrinama pagal autokoreliacijos grafiką (nėra autokoreliacijos, jei diagrama neišeina iš ribų) arba LM testą, tačiau šiame tyrime pasirinkta vertinti tik pagal autokoreliacijos grafiką. Visi tyrimo metu gauti modelių liekamųjų paklaidų autokoreliacijos grafikai pateikti 4 priede.

Pagal liekamųjų paklaidų analizę, modelis nėra patikimas, kadangi tarp paklaidų egzistuoja autokoreliacija. Visos kitos paklaidų prielaidos tenkinamos. Dėl nustatytos autokoreliacijos modelis turi būti toliau koreguojamas. Sekantis tinkamiausias modelis yra ARDL(3;4), kadangi šio modelio SC reikšmė = 12.50186, kuri yra mažiausia nuo visų kitų likusių. Į modelį reikalinga įtraukti tris produkcijos ir keturis investicijų į materialųjį turtą vėlinimus. Įtraukti kintamieji diferencijuojami.

Toliau vertinamos sukurto ARDL(3;4) modelio charakteristikos, kurios pateikiamos 16 lentelėje.

**16 lentelė.** ARDL(3;4) modelio charakteristikos.

Nepriklausomi kintamieji	ARDL(3;4) įverčiai
C	24.70880
D(PRODUKCIJA(-1))	-0.914454
D(PRODUKCIJA(-2))	-0.469932
D(PRODUKCIJA(-3))	-0.288993
D(INVESTICIJOS Į MATERIALŪJĮ TURTA)	11.43286
D(INVESTICIJOS Į MATERIALŪJĮ TURTA(-1))	2.563969
D(INVESTICIJOS Į MATERIALŪJĮ TURTA(-2))	3.573392
D(INVESTICIJOS Į MATERIALŪJĮ TURTA(-3))	-1.223626
D(INVESTICIJOS Į MATERIALŪJĮ TURTA(-4))	-1.996514
PRODUKCIJA(-1)	-0.325482
INVESTICIJOS Į MATERIALŪJĮ TURTA(-1)	6.527237
Pataisytas R <sup>2</sup>	0.914822
Fisher statistikos tikimybė	0.002937
Paklaidų vidurkis	1.51e-13
Paklaidų normalumas: JB tikimybė	0.863337
Breusch-Pagan-Godfrey testo tikimybė	0.3704
Paklaidų autokoreliacija	Nėra

Pagal 16 lentelę galima matyti, kad modelis yra reikšminis (Fisher tikimybė < 0,05), bei labai tikslus (R<sup>2</sup>=0.914822). Toliau atliekama modelio liekamųjų paklaidų analizė. Pagal ARDL(3,4) liekamųjų paklaidų analizę galima teigti, kad tenkinamos visos prielaidos. Vadinasi, modelis yra patikimas.

Toliau nustatoma šio modelio kointegracija, atliekant Wald testą. Juo gauta, kad F statistikos bei Chi-squared tikimybės yra mažesnės už 0,05. Tai nurodo, kad kintamieji yra kointegruoti, kas reiškia, kad tarp jų egzistuoja ilgalaikis ryšis, vienam pasikeitus reaguos ir likęs kintamasis. Toliau pateikiama ilgalaikio multiplikatoriaus reikšmė, skirta ilgalaikio ryšio nustatymui.

**17 lentelė.** ARDL(3;4) modelio ilgalaikio multiplikatoriaus reikšmė.

Ilg. multiplikatoriaus reikšmė	20.05405
t–statistikos tikimybė	0.0007
F–statistikos tikimybė	0.0007
$\chi^2$ statistikos tikimybė	0.0000

Pagal 17 lentelę, galima teigti, kad ilguoju laikotarpiu investicijoms į materialųjį turta išaugus 1 mln. eurų inžinerinės pramonės produkcija padidėja 20.05405 mln. eurų. Poveikis reikšmingas (tikimybės mažesnės už 0,05).

Toliau vertinamas ryšis tarp inžinerinės pramonės produkcijos ir investicijų į nematerialųjį turta. Kadangi analizėje naudojamas I(0) ir I(1) rodiklių mišinys, kointegracijai nustatyti bus kuriamas ARDL modelis.

Pirmiausia tiriama, kiek vėlinimų reikia įtraukti į modelį. SC reikšmių lentelė pateikiama sekančioje lentelėje.

**18 lentelė.** SC reikšmės

„d(produkcijos)“ vėlinimai	„d(investicijos į nematerialųjį turta)“ vėlinimų reikšmės		
	0	1	2
0	12.49135	12.85983	12.75570
1	12.67291	12.91896	12.99554
2	12.26034*	12.43798*	12.17342*

Pagal 18 lentelę, galima matyti, kad mažiausia SC reikšmė yra lygi 12.17342. Vadinasi, kuriamas šis modelis: ARDL(2;2).

19 lentelėje pateikiamos sukurto ARDL(2;2). modelio charakteristikos.

**19 lentelė.** ARDL(2;2) modelio charakteristikos

Nepriklausomi kintamieji	ARDL(2;2) įverčiai
C	-62.43446
D(PRODUKCIJA(-1))	0.420517
D(PRODUKCIJA(-2))	-0.714158
D(INVESTICIJOS Į NEMATERIALŪJĮ TURTA)	67.47023
D(INVESTICIJOS Į NEMATERIALŪJĮ TURTA(-1))	25.58849
D(INVESTICIJOS Į NEMATERIALŪJĮ TURTA(-2))	41.19117
PRODUKCIJA(-1)	0.144179
INVESTICIJOS Į NEMATERIALŪJĮ TURTA(-1)	-18.16475
Pataisytas R <sup>2</sup>	0.575404
Fisher statistikos tikimybė	0.449059

Pagal 19 lentelę, galima matyti, kad ARDL(2;2) modelis yra vidutinio tikslumo (R<sup>2</sup>=0.575404), tačiau nereikšminis, nes Fisher tikimybė yra daugiau už pasiklivimo lygmenį 0,05. Vadinasi, modelis nėra tinkamas, todėl modelio paklaidos nevertinamos. Reikia modelį koreguoti. Pagal SC

reikšmes, sekantis tinkamiausias modelis yra ARDL(2,0). Toliau pateikiamos šio sukurto modelio charakteristikos.

**20 lentelė.** ARDL(2;0) modelio charakteristikos

Nepriklausomi kintamieji	ARDL(2;0) įverčiai
C	172.0685
D(PRODUKCIJA(-1))	0.023535
D(PRODUKCIJA(-2))	-0.231518
D(INVESTICIJOS Į NEMATERIALŪJŲ TURTĄ)	92.43796
PRODUKCIJA(-1)	-0.139015
INVESTICIJOS Į NEMATERIALŪJŲ TURTĄ(-1)	82.47939
Pataisytas R <sup>2</sup>	0.732172
Fisher statistikos tikimybė	0.030671
Paklaidų vidurkis	1.68e-14
Paklaidų normalumas: JB tikimybė	0.798120
Breusch-Pagan-Godfrey testo tikimybė	0.4804
Paklaidų autokoreliacija	Nėra

Pagal 20 lentelę galima matyti, kad modelis yra tikslus, nes R<sup>2</sup> yra lygu 0.732172 bei reikšminis, nes Fisher statistikos tikimybė mažesnė už pasiklovimo lygmenį 0,05. Modelis tenkina visas liekamųjų paklaidų prielaidas.

Toliau tikrinamas modelio stabilumas. ARDL(2;0) stabilumo reikšmė = -0.139015. Vadinasi, modelis yra stabilus. Stabilumas egzistuoja, jei reikšmė nėra mažesnė už -1 ir didesnė už 1. Toliau pateikiamas ARDL(2;0) ilgalaikis multiplikatorius, siekiant nustatyti ilgalaikį ryšį tarp kintamųjų.

**21 lentelė.** ARDL(2;0) modelio ilgalaikio multiplikatoriaus reikšmė

<b>Ilg. multiplikatoriaus reikšmė</b>	593.3114
t–statistikos tikimybė	0.0964
F–statistikos tikimybė	0.0964
χ <sup>2</sup> statistikos tikimybė	0.0409

Pagal 21 lentelę, galima matyti, kad ilguoju laikotarpiu investicijoms į nematerialųjį turtą išaugus 1 mln. euru inžinerinės pramonės produkcija padidėja 593.3114 mln. eurų. Tačiau, nustatytas poveikis nėra reikšminis, tai reiškia, kad multiplikatoriaus reikšmė statistiškai reikšmingai nesiskiria nuo 0 (tikimybės didesnės už 0,05).

#### **4.2.2. Makroekonominių veiksnių įtakos inžinerinės pramonės produkcijai vertinimas**

Šiame poskyryje, atliekamas makroekonominių veiksnių ir inžinerinės pramonės produkcijos ryšio nustatymo vertinimas.

Pirmiausia, atliekamas makroekonominių veiksnių laiko eilučių stacionarumo vertinimas, pateiktas 22 lentelėje. Pasirinkti vertinimui šie kintamieji: eksportas, importas, BVP vienam gyventojui, TUI. Stacionarumo vertinimo rezultatai pateikiami 2 priede.

**22 lentelė.** Pasirinktų nepriklausomų kintamųjų (makroekonominių rodiklių) stacionarumo vertinimas

Laiko eilutės reikšmės	Modelis			Laiko eilutės integruotumas
	Be poslinkio ir trendo	Su poslinkiu	Su poslinkiu ir trendu	
<b>Eksportas</b>				<b>I(1)</b>
Nediferencijuotos	0.9636	0.8938	0.4855	
Diferencijuotos 1 kartą	0.0001	-	-	
<b>Importas</b>				<b>I(1)</b>
Nediferencijuotos	0.9335	0.5707	0.3568	
Diferencijuotos 1 kartą	0.0004	-	-	
<b>BVP vienam gyventojui</b>				<b>I(1)</b>
Nediferencijuotos	1.0000	0.9988	0.6271	
Diferencijuotos 1 kartą	0.0407	-	-	
<b>TUI</b>				<b>I(1)</b>
Nediferencijuotos	0.9968	0.9973	0.9869	
Diferencijuotos 1 kartą	0.0023	-	-	

Iš pateiktos lentelės galima matyti, kad nėra stacionarių laiko eilučių (nulinės eilės integruotumo proceso), todėl būtina jas diferencijuoti. Visos vertintos laiko eilutės yra pirmos eilės integruoti procesai, kadangi visas jų reikšmes reikėjo diferencijuoti po vieną kartą, kad gauti stacionarų procesą (tikimybės mažesnės už pasiklovimo lygmenį 0,05). Vadinasi, atliekant tolimesnį tyrimą, bus naudojami diferencijuoti kintamieji.

Įvertinus stacionarumą, toliau atliekamas Granger priežastingumo testas, pagal kurį siekiama nustatyti kokį poveikį inžinerinės pramonės produkcijai turi anksčiau pateikti makroekonominiai rodikliai. Toliau, vertinamas makroekonominių rodiklių poveikis inžinerinės pramonės produkcijai pateiktas 23 lentelėje. Atliekant priežastingumo testą, svarbu nepamiršti rodiklių diferencijavimo, kadangi visi pateikti kintamieji tampa stacionarūs tik po diferenciacijos. Kintamųjų diferenciacija lentelėje pažymima  $\Delta$ . Granger testo rezultatai pateikiami 3 priede.

**23 lentelė.** Pasirinktų kintamųjų (makroekonominių rodiklių) priežastingumo vertinimas

H:	I=1	I=2	I=3	I=4	I=5	I=6	I=7
$\Delta$ Eksportas $\rightarrow$ $\Delta$ produkcijai	0.7959	0.9610	0.9863	0.8492	0.0014	0.1329	-
$\Delta$ Importas $\rightarrow$ $\Delta$ produkcijai	0.9504	0.8850	0.7395	0.8291	0.4104	0.6991	-
$\Delta$ BVP vienam gyv. $\rightarrow$ $\Delta$ produkcijai	0.0125	0.0067	0.0089	0.0511	0.0247	0.0870	0.0371
$\Delta$ TUI $\rightarrow$ $\Delta$ produkcijai	0.9250	0.7931	0.0310	0.0140	0.1915	-	-

Pagal pateiktą lentelę galima teigti, kad priežastinių ryšių yra nemažai. Produkcijai trumpuoju laikotarpiu poveikį po 5 vėlinimų daro eksportas. BVP vienam gyventojui trumpuoju laikotarpiu turi daug priežastinių ryšių su inžinerinės pramonės produkcija. Tiesioginės užsienio investicijos poveikį turi po 3 ir 4 vėlinimų.

Toliau atliekamas koreliacinio ryšio nustatymas. Tiriama makroekonominių rodiklių įtaka inžinerinės pramonės produkcijai. Į koreliacinės matricos analizę įtraukiami diferencijuoti kintamieji. Koreliacinės matricos analize, nustatoma ar egzistuoja tiesiniai reikšminiai ryšiai tarp kintamųjų. Tiesinio ryšio nebuvimas gali reikšti, kad egzistuoja netiesinis ryšys. Toliau, 24 lentelėje pateikiama koreliacinė matrica.

**24 lentelė.** Pasirinktų kintamųjų (makroekonominių rodiklių) koreliacinė matrica

	D(EKSPORTAS)	D(IMPORTAS)	D(TUI)	D(BVP)	D(PRODUKCIJA)
D(EKSPORTAS)	1.000000				
	-----				
D(IMPORTAS)	0.907156	1.000000			
	0.0000	-----			
D(TUI)	0.579088	0.413267	1.000000		
	0.0187	0.1116	-----		
D(BVP)	0.816906	0.764908	0.477042	1.000000	
	0.0001	0.0006	0.0617	-----	
D(PRODUKCIJA)	0.948341	0.919359	0.435398	0.842687	1.000000
	0.0000	0.0000	0.0919	0.0000	-----

Pagal koreliacinę matricos lentelę galima pastebėti, kad produkcija reikšmingai ir stipriai koreliuoja su eksportu, importu ir BVP vienam gyventojui. Pirmiausia, bus kuriamas modelis tarp produkcijos ir eksporto, kadangi šių kintamųjų ryšis tarpusavyje yra stipriausias. Vėliau, modelis bus kuriamas tarp produkcijos ir importo. Be to, svarbu yra tai, kad importas su eksportu bei BVP su eksportu stipriai koreliuoja tarpusavyje ( $r > 0.8$ ), todėl negali kartu būti įtraukti į modelį, siekiant išvengti daugiakolinearumo. Galima būtų sukurti daugialypį laiko eilučių modelį tarp produkcijos, BVP ir importo, tačiau šio tyrimo metu pasirinkta vertinti tik porinius modelius. Taip pat ryšys tarp BVP ir inžinerinės pramonės produkcijos nepasirinktas vertinti, nes turi šiek tiek silpnesnį koreliacinį ryšį nei likusieji kintamieji. Nepavyko nustatyti tiesinio reikšminio ryšio tarp TUI ir produkcijos, kas reiškia, kad tarp įvardintų kintamųjų gali egzistuoti netiesinis ryšys.

Pirmiausia, vertinamas modelis tarp inžinerinės pramonės produkcijos ir eksporto. Toliau atliekamas SC reikšmių vertinimas, kad nustatyti tinkamiausio ARDL modelio kūrimą.

Pirmiausia reikia patikrinti, kintamųjų (produkcijos ir eksporto) kointegratumą, kadangi jie yra pirmos eilės integruoti procesai. Kointegratumui nustatyti vertinamas sukurto modelio tarp kintamųjų (produkcijos ir eksporto) paklaidų stacionarumas. Pirmiausia sukuriamas regresijos modelis tarp šių kintamųjų. Po regresijos modelio sudarymo, sukuriama šio modelio paklaidos. Toliau vertinamas šių paklaidų stacionarumas pagal vienietinių šaknų metodą. Tikrinant paklaidų stacionarumą gauta, kad  $p < 0,05$ , nes  $prob.=0.0001$ , todėl paklaida yra stacionari, vadinasi, kintamieji yra kointegruoti. Kadangi kintamieji yra kointegruoti bei tos pačios eilės integruoti procesai (I(1)) galimas modelio kūrimas be diferenciacijos. Pirmiausia tikrinamas ECM modelis, įtraukus paklaidas.

Sekančioje lentelėje pateikiamos ECM modelio charakteristikos. Gaunama, kad per metus eksportui padidėjus 1 mln., produkcija išauga 0.773629 mln.

**25 lentelė.** ECM modelio charakteristikos

Kintamieji	ECM modelio įverčiai
C	72.98897
D(EKSPORTAS)	0.773629
RESID01(-1)	-0.656473
Pataisytas $R^2$	0.504807
Fisher statistikos tikimybė	0.000989

Nustatyto ECM modelio grįžtamojo ryšio parametro (RESID01(-1)) tikimybė = 0.0073. Pagal ECM galima matyti, kad modelis yra reikšminis (pagal Fisher 0.000989<0.05) bei vidutiniško tikslumo ( $R^2=0.504807$ ). Per metus pusiausvyros nebuvimas koreguojamas 66%.

Kintamieji yra kointegruoti, todėl galimas jų porinio regresijos modelio sudarymas. „Naudojant regresijos modelius siekiama išanalizuoti priklausomojo kintamojo kitimo pokyčius priklausomai nuo skirtingų nepriklausomųjų kintamųjų kitimo, t.y. įvertinti priežastinę ir pasekminę priklausomybę“ (Balabonienė, Bliėkienė, Stundžienė, 2013).

Toliau kuriamas porinis regresijos modelis tarp priklausomojo kintamojo – inžinerinės pramonės produkcijos ir nepriklausomojo kintamojo – eksporto. Toliau pateikiamos sukurto porinio regresijos modelio įverčiai.

**26 lentelė.** Porinio regresijos modelio charakteristikos

Kintamieji	Porinio regresijos modelio įverčiai
C	85.60727
EKSPORTAS	1.366789
Pataisytas $R^2$	0.949615
Fisher statistikos tikimybė	0.000000
Paklaidų vidurkis	-1.14e-13
Paklaidų normalumas: JB tikimybė	0.001378
Breusch-Pagan-Godfrey testo tikimybė	0.0192
Paklaidų autokoreliacija	Nėra

Pagal pateiktą lentelę, galima matyti, kad modelis yra reikšminis ir labai tikslus. Toliau tiriamos sukurto porinio regresijos modelio paklaidų prielaidos. Tenkinamos prielaidos, kad paklaidų vidurkis yra arti 0 ir nėra autokoreliacijos. Tačiau egzistuoja heteroskedastija, paklaidų dispersija nėra pastovi (tikimybė mažesnė už 0,05) bei paklaidos nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį skirstinį (tikimybė mažesnė už 0,05). Vadinasi modelis nėra patikimas, nes netenkina dviejų liekamųjų paklaidų prielaidų. Todėl reikia modelį išplėsti iki ARDL, įtraukiant į modelį vėlinimus.

Pirmiausia, reikia nustatyti, kiek vėlinimų geriausia įtraukti į modelį. Tam įvertinti toliau pateikiama sekanti lentelė.

**27 lentelė.** Pasirinktų kintamųjų SC reikšmės

"produkcijos" vėlinimai	„eksporto“ vėlinimų reikšmės					
	0	1	2	3	4	5
0	12.44878*	12.53018*	12.44970	12.51180	11.54557	11.79448
1	12.45045	12.58579	12.60800	12.63495	11.71221	11.96530
2	12.56332	12.68729	12.17632*	12.32459*	11.87391	12.13759
3	12.70524	12.82372	12.30273	12.45738	12.02832	12.30240
4	12.86023	12.98348	12.46201	12.61467	11.66955	10.46551
5	13.01325	13.13314	12.54940	12.69271	11.36582*	10.12185*

Nustatyta, kad tinkamiausias modelis yra ARDL(5;5), nes pasiekta mažiausia SC reikšmė = 10.12185. Toliau vertinami sukurto ARDL(5;5) modelio parametru įverčiai, modelio tikslumas, reikšmingumas bei tikrinamos paklaidų prielaidos.

**28 lentelė.** ARDL(5;5) modelio charakteristikos

<b>Nepriklausomi kintamieji</b>	<b>ARDL(5;5) įverčiai</b>
C	-328.4363
PRODUKCIJA(-1)	-0.204947
PRODUKCIJA(-2)	-0.485717
PRODUKCIJA(-3)	-0.393239
PRODUKCIJA(-4)	-0.419248
PRODUKCIJA(-5)	-0.112596
EKSPORTAS	1.410241
EKSPORTAS(-1)	0.352108
EKSPORTAS(-2)	0.603634
EKSPORTAS(-3)	0.711278
EKSPORTAS(-4)	0.496071
EKSPORTAS(-5)	0.335760
Pataisytas R <sup>2</sup>	0.999149
Fisher statistikos tikimybė	0.000001
Paklaidų vidurkis	8.51e-13
Paklaidų normalumas: JB tikimybė	0.580593
Breusch-Pagan-Godfrey testo tikimybė	0.9060
Paklaidų autokoreliacija	nėra

Toliau tiriamos modelio liekamosios paklaidos. Pagal ARDL(5;5) modelio liekamųjų paklaidų analizę tenkinamos visos prielaidos. Vadinasi, modelis yra patikimas. Tačiau, pagal Wald test modelis nėra stabilus, nes priklausomo kintamojo vėlinimų parametų suma nėra tarp intervalo (-1;1), gauta reikšmė = -1.615747. Modelis toliau koreguojamas. Tam iš naujo peržvelgiama SC reikšmių lentelė (žr. į 27 lentelę). Sekanti mažiausia SC reikšmė yra 11.36582. Vadinasi, tinkamiausias sekantis modelis ARDL(5;4). Toliau pateikiamos ARDL(5;4) modelio charakteristikos.

**29 lentelė.** ARDL(5;4) modelio charakteristikos

<b>Nepriklausomi kintamieji</b>	<b>ARDL(5;4) įverčiai</b>
C	-139.2007
PRODUKCIJA(-1)	0.165159
PRODUKCIJA(-2)	-0.462145
PRODUKCIJA(-3)	0.139374
PRODUKCIJA(-4)	-0.378734
PRODUKCIJA(-5)	0.105457
EKSPORTAS	1.476704
EKSPORTAS(-1)	-0.155735
EKSPORTAS(-2)	0.484635
EKSPORTAS(-3)	-0.051495
EKSPORTAS(-4)	0.351412
Pataisytas R <sup>2</sup>	0.997370
Fisher statistikos tikimybė	0.000000
Paklaidų vidurkis	-9.55e-14
Paklaidų normalumas: JB tikimybė	0.859526
Breusch-Pagan-Godfrey testo tikimybė	0.8813
Paklaidų autokoreliacija	nėra

ARDL(5;4) atitinka visas liekamųjų paklaidų prielaidas bei pagal atliktą Wald test gauta reikšmė = -0.430890. Vadinasi modelis yra stabilus.

Toliau pateikiama ilgalaikio poveikio multiplikatoriaus reikšmė, siekiant nustatyti ilgalaikį poveikį.

**30 lentelė.** Ilgalaikio poveikio multiplikatoriaus reikšmė ir tikimybės.

<b>Ilg. Multiplikatoriaus reikšmė</b>	1.471477
t–statistikos tikimybė	0.0000
F–statistikos tikimybė	0.0000
$\chi^2$ statistikos tikimybė	0.0000

Standartinis nuokrypis yra lygus 0.032189. Multiplikatoriaus reikšmė statistiškai reikšmingai skiriasi nuo 0, kadangi visos gautos tikimybės (t,F, $\chi^2$ ) yra mažesnės už 0.05. Ilguoju laikotarpiu eksportui išaugus 1 mln. euru inžinerinės pramonės produkcija padidėja 1.471477 mln. eurų. Poveikis reikšmingas (tikimybės mažesnės už 0,05).

Toliau tikrinamas modelis tarp produkcijos ir importo. Tikrinant kintamųjų paklaidų stacionarumą gauta,  $p=0.0041$ . Vadinasi, tikimybė mažesnė už pasiklivimo lygmenį 0.05. Paklaida yra stacionari. Vadinasi, pasirinkti kintamieji yra kointegruoti. Galimas modelio kūrimas be diferencijacijos. Pirmiausia, kuriamas ECM, įtraukiant paklaidas.

**31 lentelė.** ECM modelio charakteristikos

<b>Kintamieji</b>	<b>ECM modelio įverčiai</b>
C	77.67056
D(IMPORTAS)	1.435525
RESID02(-1)	-0.346927
Pataisytas $R^2$	0.607878
Fisher statistikos tikimybė	0.000136

Sukurto ECM modelio grįžtamojo ryšio parametro (RESID02(-1)) tikimybė = 0.0199. Pagal ECM galima matyti, kad modelis yra reikšminis (Fisher mažiau už 0.05) bei gana tikslus, nes  $R^2=0.607878$ . Per metus pusiausvyros nebuvimas koreguojamas 35%.

Kintamieji yra kointegruoti, todėl galimas jų porinio regresijos modelio sudarymas. Toliau kuriamas porinis regresijos modelis tarp priklausomojo kintamojo – produkcijos ir nepriklausomojo kintamojo – importo. Toliau pateikiamos sukurto porinio regresijos modelio įverčiai.

**32 lentelė.** Porinio regresijos modelio charakteristikos

<b>Kintamieji</b>	<b>Porinio regresijos modelio įverčiai</b>
C	-761.2802
IMPORTAS	2.917411
Pataisytas $R^2$	0.904840
Fisher statistikos tikimybė	0.000000
Paklaidų vidurkis	2.49e-13
Paklaidų normalumas: JB tikimybė	0.309710
Breusch-Pagan-Godfrey testo tikimybė	0.2774
Paklaidų autokoreliacija	Nėra



Sukurtas porinis regresijos modelis tarp priklausomojo kintamojo – produkcijos ir nepriklausomojo kintamojo – importo. Pagal porinį tiesinį regresijos modelį tarp produkcijos ir importo gaunama, kad ilguoju laikotarpiu importui išaugus 1mln. eurų, inžinerinės pramonės produkcija išauga 2.917411 mln. eurų. Gautas modelis yra labai tikslus (nes  $R^2=0.91$ ), reikšminis (nes  $F<0.05$ ,  $F=0.000000$ ) bei tenkina visas modelio liekamųjų paklaidų prielaidas.

Vertinant makroekonominių rodiklių įtaką inžinerinės pramonės produkcijai gauta, kad tiek eksportas, tiek importas turi įtakos inžinerinės pramonės produkcijai einamuju ir ilguoju laikotarpiu.

*Apibendrinus galima teigti, kad pagal atlikto empirinio tyrimo gautus duomenis, yra ryšys tiek tarp makroekonominių rodiklių įtakos inžinerinės pramonės produkcijai, tiek tarp Pramonė 4.0 sukeltų veiksnių. Pagal Eviews12 programos ekonometrinių vertinimą, pavyko nustatyti, kad yra tiesinis ryšys tiek trumpuoju, tiek ilguoju laikotarpiu tarp inžinerinės pramonės produkcijos ir šių nepriklausomųjų kintamųjų: eksporto, importo bei investicijų į ilgalaikį materialųjį turtą, investicijų į nematerialųjį turtą. Visi kintamieji turi teigiamos įtakos inžinerinės pramonės įmonei, nes jokių neigiamų ryšių nepavyko nustatyti. Tai reiškia, kad vieniems rodikliams augant, kils ir inžinerinės pramonės produkcijos lygis.*

### 4.3. Rezultatų apibendrinimas ir diskusija

Atlikus ekonometrinio vertinimo tyrimą buvo nustatyta, kad tam tikri makroekonominiai bei Pramonė 4.0 veiksniai turi įtakos inžinerinės pramonės plėtrai, kadangi didina jos produkciją. Koreliacinės matricos analizės būdu nepavyko nustatyti reikšmingo tiesinio ryšio tarp produkcijos ir šių veiksnių: MTEP, darbo našumo ir TUI. Tačiau, atlikus Granger testą, pavyko nustatyti, kad yra priežastinis ryšys tarp produkcijos ir tiesioginių užsienio investicijų, bet kadangi nepavyko nustatyti tiesinio reikšminio ryšio tarp rodiklių, modelis nebuvo kuriamas. Priežastinį ir tiesinį reikšminį ryšį inžinerinės pramonės produkcijai turi BVP, tačiau su juo modelis nebuvo kuriamas, nes koreliacija tarp rodiklių buvo silpnesnė nei su likusiais kintamaisiais. Apibendrinti ekonometrinio vertinimo rezultatai pateikiami sekančioje lentelėje.

**33 lentelė.** Lietuvos Pramonė 4.0 ir makroekonominių veiksnių rodiklių ryšio įvertinimo rezultatai

Veiksnys	Einamojo laikotarpio įtaka	Ilgąjo laikotarpio įtaka
Investicijos į materialųjį turtą ↑ 1 mln. eur.	Inžinerinės pramonės produkcija ↑ 11.43286 mln. eur	Inžinerinės pramonės produkcija ↑ 20.05405 mln. eur
Investicijos į nematerialųjį turtą ↑ 1 mln. eur.	Inžinerinės pramonės produkcija ↑ 92.43796 mln. eur	Inžinerinės pramonės produkcija ↑ 593.3114 mln.eur
Eksportas ↑ 1 mln. eur	Inžinerinės pramonės produkcija ↑ 1.476704 mln. eur	Inžinerinės pramonės produkcija ↑ 1.471477 mln. eur
Importas ↑ 1 mln. eur	Inžinerinės pramonės produkcija ↑ 1.435525 mln. eur	Inžinerinės pramonės produkcija ↑ 2.917411 mln. eur

Ekonometriniu vertinimu nustatyta makroekonominių veiksnių įtaka inžinerinės pramonės produkcijai:

- Eksporto augimas užtikrina stabilų inžinerinės pramonės produkcijos augimą. Pirmiausia, taip yra todėl, kad augant pagamintos produkcijos paklausai užsienio rinkose ir siekiant kuo daugiau eksportuoti, pagaminama vis daugiau prekių, pilniau panaudojami gamybiniai pajėgumai, siekiama gamybos masto ekonomijos.

- Importo augimas užtikrina inžinerinės pramonės produkcijos augimą. Importo augimas siejamas su technologijų, tarpinio produkto, komplektuojančių dalių, kurie naudojami Lietuvos gamyboje įvežimu. Importo paklausa svarbi gamybos plėtrai.

Taip pat ekonometriniu vertinimu nustatyta Pramonė 4.0 veiksnių įtaka inžinerinės pramonės produkcijai.

- Investicijų į materialųjį turtą didinimas skatina inžinerinės pramonės produkcijos augimą. Materialusis turtas inžinerinei pramonei aktualus tuo, kad gamybos procesams atlikti naudojami didelės apimties technikos įrengimai ir aparatai, skaitmeninės technologijos, kompiuterinė įranga.
- Investicijų į nematerialųjį turtą didinimas padeda inžinerinės pramonės produkcijos augimui. Viena iš priežasčių yra ta, kad programinių sistemų atnaujinimas leidžia sparčiau vystyti pramonės gamybos procesus, sumažinti atliekamų užduočių darbo laiką, greičiau reaguoti į funkcinis sutrikimus ir panašiai.

Empirinis tyrimas rodo, kad visi tirti rodikliai turi teigiamos įtakos inžinerinės pramonės produkcijai, o skatinant šiuos veiksnius, kurie tyrime buvo pasirinkti kaip nepriklausomi kintamieji, tikėtina, kad inžinerinės pramonės produkcija augs žymiai sparčiau. Be to, reikėtų paminėti, nors koreliacinė analizė ir priešastingumo testas parodė, kad produkcijai reikšmingos įtakos turi ir BVP, tačiau modelis su juo nebuvo kuriamas ir vertinamas, nes pasirinkti aktualesni inžinerinei pramonei bei Pramonė 4.0 kontekstui svarbesni rodiklių kintamieji.

*Taigi, apibendrinus visas pateiktas atliktų tyrimų analizes, nustatyta, kad visi pasirinkti veiksniai turi įtakos ne tik teoriniu, bet ir praktiniu požiūriu, tačiau vieni iš jų pasireiškia greičiau, kiti su tam tikru vėlavimu. Matome, kad atlikti tyrimai padėjo išskirti reikšmingiausius veiksnius.*

## Išvados

1. Inžinerinės pramonės sektorius, remiantis statistinių rodiklių duomenimis, bendroje Lietuvos pramonės šakų struktūroje užima palyginti nedidelę dalį. Inžinerinės pramonės šakos plečiasi ir vystosi nepakankamai greitai, nors pramonės įmonių skaičius Lietuvoje nuolat auga. Be to, pramonės šakos taip pat yra jautrios technologijoms ir inovacijoms, todėl reikalingos didesnės lėšos MTEP veiklai ir inovacijoms, kurių šiuo metu skiriama itin mažai lyginant su kitomis apdirbamosios gamybos šakomis. Sektoriuje dirbančiųjų darbuotojų vidutiniai atlyginimai yra aukštesni lyginant su kitomis pramonės šakomis, tačiau norinčiųjų jame dirbti nuolat mažėja. Sektoriuje veikiančių įmonių veiklai didelę įtaką daro problemos susijusios su žaliavų brangimu ir logistikos sutrikimais. Tačiau viena didžiausių problemų – plečiantis pramonei ir tobulėjant inovatyvioms technologijoms, kompetentingų inžinerijos specialistų pasiūlos mažėjimas darbo rinkoje. Atliktų tyrimų, susijusių su Lietuvos inžinerinių pramonės šakų plėtra, nėra pakankamai, tai rodo, kad iškelta problema yra aktuali šalies lygiu.
2. Mokslinės literatūros analizė atskleidė, kad pramonės šakų plėtra yra neatsiejama nuo konkurencingumo ir jo veiksnių, todėl įmonės turi gebėti įvertinti savo veiklos efektyvumą, sąlygojančius išorinius ir vidinius veiksnius. Vidiniai veiksniai interpretuojami kaip organizacijos viduje vyraujanti aplinka, kurią apima skirtingos įmonės turimų išteklių rūšys: žmogiškieji ištekliai, finansiniai ištekliai ir kiti. Išoriniai veiksniai interpretuojami kaip už organizacijos ribų esanti aplinka, galinti turėti reikšmingos įtakos įmonei. Išorinėje aplinkoje vyraujantys veiksniai yra tam tikros konkurencinės jėgos (tiekėjai, pirkėjai, konkurentai ir pan.), politiniai, ekonominiai, socialiniai ir kiti panašūs veiksniai. Tvariai pramonės plėtrai aktualus Pramonė 4.0 procesų integravimas, kurių dėka, pasiekiami lankstesni gamybos procesai, realiu laiku gaunami didieji duomenys, pritaikomos naujausios technologijas, kurios spartina ir tobulina atliekamų veiklų darbą ir daro didelį poveikį pramonės šakų plėtrai.
3. Lietuvos inžinerinės pramonės plėtros veiksnių vertinimo metodologija suskirstyta į dvi pagrindines dalis. Pirmoje dalyje išskirtos vertinimo priemonės yra statistikos portaluose surinktų duomenų analizė ir palyginimas, rodiklių kitimo vertinimas. Šiais metodais pasirinkta vertinti MTEP išlaidas, inžinerinės pramonės įmonių skaičiaus dalį apdirbamosios gamybos sektoriuje, suminių inovacijų indeksą, inovatyvių įmonių kiekį ir kitus inžinerinės pramonės rodiklius. Antroje dalyje pateikiami inžinerinės pramonės ekonometrinio vertinimo žingsniai, naudojant Eviews12 programą. Pagal eiliškumą numatyti šie žingsniai: laiko eilučių stacionarumo įvertinimas, priežastingumo įvertinimas, koreliacinio ryšio nustatymas, ARDL modelis su stacionariais arba nestacionariais kintamaisiais, modelio ir modelio liekamųjų paklaidų įvertinimas, rodiklių poveikio nustatymas. Ekonometrinio vertinimo pasirinkti analizuoti makroekonominiai ir Pramonė 4.0 veiksnių rodikliai, kaip eksportas, importas, TUI, investicijos į MTEP, darbo našumas ir kiti panašūs rodikliai. Toks metodologijos nustatymas padeda lengviau ir tikslingiau atlikti tyrimą.
4. Statistikos duomenų vertinimas atskleidė, kad inžinerinės pramonės sektoriaus rodikliai yra akivaizdžiai žemesni nei Vokietijoje. Inžinerinės pramonės įmonių dalis Lietuvoje užima 3 kartus mažesnę struktūrinę dalį, lyginant su Vokietija. Be to, inovatyvumo rodikliai šalyje nesiekia Europos Sąjungos vidurkio. Viena iš pagrindinių priežasčių yra tai, kad Lietuvoje per mažai investuojama į MTEP ir inovacijas, nors per analizuojamą 10 m. laikotarpį inžinerinės pramonės įmonių investicijos į šią inovacijų plėtrą Lietuvoje išaugo apie 5 kartus. Atliktas tyrimas atskleidė, kad kiekvienais metais pasiekiami ir kiti geresni investavimo rodikliai. Šiame pramonės gamybos sektoriuje vis daugiau investuojama į materialųjį turtą bei daugėja įmonių savo veiklose taikančių

inovacijas. Dėl šių veiksmų įtakos, kiekvienais metais kyla inžinerinės pramonės produkcijos vertė bei pagaminamos didesnės produkcijos apimtys, tai lemia ir į Lietuvos pramonę pritrauktos tiesioginės užsienio investicijos. Analizuojamu laikotarpiu vieno darbuotojo kuriama pridėtinė vertė kito nežymiai, o tai galimai reiškia, kad Pramonė 4.0 procesai skaitmenizuojant gamybą dar vyksta gana lėtai. Siekiant skatinti inžinerinės pramonės plėtrą, reikėtų integruoti kuo daugiau inovacinių ir technologinių procesų, kurių pagalba, pasiekiami geresni veiklos rezultatai ir didėja darbo našumas. Visgi, pateikti darbo našumo rodikliai yra žymiai aukštesni inžinerinės pramonės sektoriuje lyginant su likusia Lietuvos apdirbamosios gamybos pramone. Pridėtinė vertė tenkanti vienam užimtajam inžinerinės pramonės sektoriuje yra 6 kartus didesnė nei visame apdirbamosios gamybos sektoriuje. Pagal dabartines vystymosi tendencijas, inžinerinė pramonė apima vis didesnę ir reikšmingesnę dalį visame apdirbamosios gamybos sektoriuje. Pagal investicijas į programinę įrangą, pramonės produkciją ir tiesiogines užsienio investicijas inžinerinės pramonės sektoriaus dalis apima apie 20–30 proc. viso apdirbamosios gamybos sektoriaus. Pagal inovatyvių įmonių kiekį bei darbo našumo rodiklius, inžinerinės pramonės sektorius pirmauja Lietuvoje. Taip yra dėl inžinerinės pramonės kuriamų produktų sudėtingumo bei šių pramonės šakų kuriamos aukštesnės pridėtinės vertės.

5. Atlikti ekonometrinio vertinimo tyrimo rezultatai atskleidė kokie rodikliai turi reikšminį poveikį inžinerinės pramonės produkcijai trumpuoju ir ilguoju laikotarpiu. Tyrime vertinti šie veiksniai: investicijos į materialųjį turtą, investicijos į nematerialųjį turtą, MTEP, darbo našumas, eksportas, importas, BVP ir TUI. Priežastinio ryšio nustatymas atskleidė, kad makroekonominiai veiksniai, kaip BVP, eksportas ir TUI turi įtakos inžinerinės pramonės produkcijos apimčiai. Nustatyti tiesiniai reikšminiai ryšiai tarp inžinerinės pramonės produkcijos ir šių likusių veiksmų: investicijų į materialųjį turtą, investicijų į nematerialųjį turtą, eksporto, importo, BVP. Tarp likusių kintamųjų: darbo našumo, MTEP ir TUI galimi tik netiesiniai ryšiai, todėl buvo išimti iš tolesnio ryšių nustatymo tyrimo. Tiksliam ryšio nustatymui buvo parenkami tinkamiausi modeliai. Nustatyta, kad eksporto, importo, investicijų į materialųjį ir į nematerialųjį turtą didinimas skatina teigiamą inžinerinės pramonės produkcijos augimą. Remiantis atlikto tyrimo rezultatais, gauta, kad eksportui išaugus 1 mln. euru inžinerinės pramonės produkcija trumpuoju laikotarpiu padidėja 1.48 mln. eurų, o ilguoju laikotarpiu 1.47 mln. eurų. Importui išaugus 1 mln. euru, trumpuoju laikotarpiu inžinerinės pramonės produkcija padidėtų – 1.44 mln. eurų, o ilguoju laikotarpiu – 2.92 mln. eurų. Investicijoms į nematerialųjį turtą išaugus 1 mln. eurų trumpuoju laikotarpiu inžinerinės pramonės produkcija padidėtų – 92.44 mln. eurų, o ilguoju laikotarpiu – 593.31 mln. eurų. Investicijoms į materialųjį turtą, išaugus 1 mln. euru trumpuoju laikotarpiu inžinerinės pramonės produkcija padidėtų 11.43 mln. eurų, o ilguoju laikotarpiu 20.05 mln. eurų.

**Rekomendacijos.** Inžinerinės pramonės plėtros augimo skatinimui, siekiant integruoti Pramonė 4.0 procesus į gamybines veiklas reikalingos didelės investicijos. Tam itin svarbu skatinti TUI pritraukimą šalies mastu bei mokesčių lengvatomis skatinti įmones investuoti. Įmonės, siekiamos didinti gaminamos produkcijos konkurencingumą, turėtų plėsti prekinio ženklo žinomumą, stengtis konkuruoti kokybe, o ne tik žemesniais kaštais. Inžinerinės pramonės įmonių plėtra glaudžiai susijusi ir naujų technologinių startuolių rinkoje atsiradimu. Tam svarbu, kad valstybė sukurtų palankią įstatymų ir mokesstinę aplinkas. Įmonių technologinei ir inovacinei veiklai skatinti įmonėms plačiau reiktų naudotis valstybės teikiamomis subsidijomis. Aukštos kvalifikacijos inžinerijos specialistų trūkumą galima sumažinti keliais būdais. Pirmiausia, universitetuose bei kolegijose turėtų būti tobulinamos studijų programos, įtraukiant daugiau praktikos elementų. Studijų patrauklumo didinimui, inžinerinės pramonės įmonių atstovai konferencijose ar parodose galėtų pristatyti

svarbiausius ir įdomiausius inžinerinės veiklos ypatumus, jų kuriamą pridėtinę vertę šalies ekonomikos labui. Taip pat reikalingos kvalifikacijos trūkumą galima mažinti pritraukiant specialistus iš užsienio. Be to, siekiant užpildyti trūkstamas darbo vietas, galima skatinti moterų užimtumą, kurių inžinerinės pramonės įmonėse yra itin mažai. Inžinerinės pramonės įmonėms turėtų būti pristatyta inovacinių technologijų ir procesų nauda ilgalaikėje perspektyvoje.

## Literatūros sąrašas

1. Asamoah, R. A., Baiden, B. K., Nani, G., & Kissi, E. (2019). Review of Exogenous Economic Indicators Influencing Construction Industry. *Advances in Civil Engineering*, 2019, 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/6073289>
2. Audito ir apskaitos tarnyba (2015). 13-asis verslo apskaitos standartas nematerialusis turtas [žiūrėta 2021-11-20]. prieiga per internetą: <http://www.avnt.lt/assets/apskaita/vas-2020/13-vas.pdf>
3. Audito ir apskaitos tarnyba (2015). 12-asis verslo apskaitos standartas ilgalaikis materialusis turtas. [žiūrėta 2021-11-20]. prieiga per internetą: <http://www.avnt.lt/assets/apskaita/vas-2020/12-vas.pdf>
4. Balabonienė I., Bliėkienė R., Stundėzienė A. (2013). Ekonometrija. Praktinis regresijos ir laiko eilučių modelių taikymas. *Kaunas: Technologija*. [žiūrėta 2022-02-12]. Prieiga per internetą: <https://www.ebooks.ktu.lt/eb/1267/ekonometrija-praktinis-regresijos-ir-laiko-eiluciu-modeliu-taikymas/>
5. Baranenko, S., Dudin, M., Lyasnikov, N. & Busygin, K. (2014). Use of Environmental Approach to Innovation-Oriented Development of Industrial Enterprises. *American Journal of Applied Sciences*, 11(2), 189–194. doi: <https://doi.org/10.3844/ajassp.2014.189.194>
6. Biswas, W.K. (2012). The importance of industrial ecology in engineering education for sustainable development, *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 13(2), 119–132. Doi: <https://doi.org/10.1108/14676371211211818>
7. Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 204, 383–394. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.019>
8. Dėl investicijų skatinimo ir pramonės plėtros 2014–2020 metų programos patvirtinimo, 2014 m. rugsėjo 17 d. Nr. 986. (2018). [žiūrėta 2021-11-20] Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/731c6e80457911e4ba35bf67d0e3215e/wEiQWueOII>
9. Dubitskaya, E. ir Tcukanova, O. (2018). *Analysis of the influence of external environmental factors on the development of high-tech enterprises*. MATEC Web of Conferences. 170. 01027. DOI: 10.1051/mateconf/201817001027.
10. ECSIP CONSORTIUM. (2013). *Study on the Competitiveness of the Electrical and Electronic Engineering Industry Final Report*. Munich. [žiūrėta 2021-12-27]. Prieiga per internetą: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/15347?locale=lt>
11. European Commission ; Directorate-General for Research Innovation ; European Commission ; Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship Smes. (2017). *Europos pramonė : konkurencingumas ir inovacijos : faktai ir skaičiai 2017 m*. Publications Office. doi: <https://doi.org/10.2777/5>
12. European Commission, Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises, Whittle, M., Eager, J., Smit, J. (2020). *Study on the competitiveness of the EU engineering industries and the impact of digitalisation : executive summary*, Publications Office. doi: <https://data.europa.eu/doi/10.2826/15616>
13. European Economic Social Committee. (2015). *Pramonės konkurencingumas kaip reaguoti į inovacijų iššūkius*. EESC. doi: <https://doi.org/10.2864/290369>

14. Europos Komisija (2021). Europos inovacijų diegimo rezultatų suvestinė. [žiūrėta 2021-04-01]. Prieiga per internetą: [https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard\\_lt](https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard_lt)
15. Eurostat (2021). [žiūrėta 2021-04-01] Prieiga per internetą: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/HTEC\\_KIA\\_EMP2\\_custom\\_2444232/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/HTEC_KIA_EMP2_custom_2444232/default/table?lang=en)
16. Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210, 15–26. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>
17. IGI Global (2021). *What is Competitiveness* [žiūrėta 2021-12-28]. Prieiga per internetą: <https://www.igi-global.com/dictionary/information-strategy/38690>
18. Infomerics ratings (2019). Heavy engineering industry. Industry – overview [žiūrėta 2021-12-19]. Prieiga per internetą: [https://www.infomerics.com/admin/uploads/Heavy\\_engineering-compressed.pdf](https://www.infomerics.com/admin/uploads/Heavy_engineering-compressed.pdf)
19. Yong, L. (2020). *Industrialization as the driver of sustained prosperity*. UNIDO. [žiūrėta 2021-12-29]. Prieiga per internetą: [https://www.unido.org/sites/default/files/files/2020-04/UNIDO\\_Industrialization\\_Book\\_web4.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/files/2020-04/UNIDO_Industrialization_Book_web4.pdf)
20. Islami, X. A., Mulolli, E. ir Mustafa, N. (2018). *The Effect of Industrial and Internal Factors to the Firm's Performance*. [žiūrėta 2021-12-27]. Prieiga per internetą: [https://www.researchgate.net/publication/328228815\\_The\\_Effect\\_of\\_Industrial\\_and\\_Internal\\_Factors\\_to\\_the\\_Firm's\\_Performance](https://www.researchgate.net/publication/328228815_The_Effect_of_Industrial_and_Internal_Factors_to_the_Firm's_Performance)
21. Ivanova, E. A., Mackay, M. M., Platonova, T. K., & Elagina, N. V. (2017). Theoretical basis for composition of economic strategy for industry development. *European Research Studies Journal*, 20(1), 246–256 [žiūrėta 2021-12-19]. Prieiga per internetą: <https://www.um.edu.mt/library/oar/handle/123456789/28671>
22. Keliang Zhou, Taigang Liu, & Lifeng Zhou. (2015). Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. *2015 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)*, 2147–2152. doi: <https://doi.org/10.1109/FSKD.2015.7382284>
23. Kumar, P. (2021). An In-Depth Analysis of the Various Factors Influencing Industry 4.0 and its Impact on the Overall Performance of the Industrial Sector to Achieve Sustainable Development. *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, 17(11), 34–46. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v17i11.25325>
24. Kurk Lietuvai (2020). Tiesioginių užsienio investicijų į gamybos sektorių efektyvinimas. [žiūrėta 2021-11-20]. Prieiga per internetą: <http://kurk.lt/projektai/tiesioginiu-uzsienio-investiciju-i-gamybos-sektoriu-efektyvinimas/>
25. Levinson, C. (2018). Definition of the Manufacturing Industry. [žiūrėta 2021-11-02]. Prieiga per internetą: <https://bizfluent.com/about-5643539-types-manufacturing-industries.html>
26. Lietuvos bankas (2021). Lietuvos ekonomikos apžvalga. [žiūrėta 2021-11-20]. Prieiga per internetą: [https://www.lb.lt/uploads/publications/docs/33029\\_c1659e4724c9baf4c69663e10a5a537.pdf](https://www.lb.lt/uploads/publications/docs/33029_c1659e4724c9baf4c69663e10a5a537.pdf)
27. Lietuvos Inovacijų Centras (2020). *Vidurio ir Vakarų Lietuvos regiono apdirbamosios pramonės sektorių jungimosi į tarptautines vertės grandines ir žiedinės ekonomikos metodų pritaikymo galimybių studija*. [žiūrėta 2021-11-01]. Prieiga per internetą: [https://lic.lt/wp-content/uploads/2021/06/Ziedines\\_ek.metodu\\_taikymas\\_pramoneje.pdf](https://lic.lt/wp-content/uploads/2021/06/Ziedines_ek.metodu_taikymas_pramoneje.pdf)

28. Lietuvos statistikos departamentas (2021). [žiūrėta 2021-11-01] Prieiga per internetą: <https://osp.stat.gov.lt/static/evrk2.htm>
29. Linpra (2013). Ateities gamybos verslo aplinkos analizė. Vilnius. [žiūrėta 2021-12-20]. Prieiga per internetą: [http://www.esparama.lt/es\\_parama\\_pletra/failai/ESFproduktai/2013\\_Gamybos\\_aplinkos\\_analiz\\_e.pdf](http://www.esparama.lt/es_parama_pletra/failai/ESFproduktai/2013_Gamybos_aplinkos_analiz_e.pdf)
30. Liu, X., & Yang, S. (2021). The Influence of Core Technology Capability of High-Tech Industry on Sustainable Competitive Advantage. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2021, 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/2225604>
31. Liuima, J. (2017). *Kurios Lietuvos pramonės ir paslaugų sritys bus svarbiausios 2025 metais?* Euromonitor International. [žiūrėta 2021-11-01] Prieiga per internetą: <https://www.euromonitor.com/article/kurios-lietuvos-pramoses-ir-paslaugu-sritys-bus-svarbiausios-2025-metais>
32. López-Gamero, M. D., & Molina-Azorín, J. F. (2016). Environmental Management and Firm Competitiveness: The Joint Analysis of External and Internal Elements. *Long Range Planning*, 49(6), 746–763. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2015.12.002>
33. Orozco, F., & Serpell, A., & Molenaar, K. (2011). Competitiveness factors and indexes for construction companies: findings of Chile. *Revista de la Construcción*, 10(1), 91–107 [žiūrėta 2021-12-13]. ISSN: 0717–7925. Prieiga per internetą: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1276/127620972009>
34. Pekarskienė, I., & Susnienė, R. (2013). Features of the Lithuanian manufacturing industry development in the context of globalization. *Economics and Management*, 18(4), 684–696. doi: <https://doi.org/10.5755/j01.em.18.4.5846>
35. Rosen, M. A. (2012). Engineering sustainability: A technical approach to sustainability. *Sustainability*, 4(9), 2270–2292. doi: 10.3390/su4092270
36. Shabaninejad, H., Mehralian, G., Rashidian, A., Baratimarnani, A., & Rasekh, H. R. (2014). Identifying and prioritizing industry-level competitiveness factors: evidence from pharmaceutical market. *Daru : Journal of Faculty of Pharmacy, Tehran University of Medical Sciences*, 22(1), 35. doi: <https://doi.org/10.1186/2008-2231-22-35>
37. Shamshina, I. G. (2014). Professional competences necessary for the bachelor-degree-holding engineer specialising in engineering industries, *Pacific Science Review*, 16(2), 85–88. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.pscr.2014.08.018>
38. Shatilo O. (2019) The Impact of External and Internal Factors on Strategic Management of Innovation Processes at Company Level, *Ekonomika*, 98(2), 85–96. doi: 10.15388/Ekon.2019.2.6.
39. Stoyanova, T., & Angelova, M. (2018). Impact of the Internal Factors on the Competitiveness of Business Organizations. 2018 International Conference on High Technology for Sustainable Development (HiTech), 1–3. doi: <https://doi.org/10.1109/HiTech.2018.8566386>
40. Studnična, L. (2014). *Europos ekonomikos ir socialinių reikalų komiteto nuomonė dėl Europos inžinerinės pramonės (mechanikos, elektrotechnikos, elektronikos ir metalo apdirbimo) iššūkių besikeičiančioje pasaulinėje ekonomikoje (nuomonė savo iniciatyva)* [žiūrėta 2021-11-02] Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013IE1907&from=EN>



41. Szczygielski, K., Grabowski, W. ir Woodward, R. (2013). External vs Internal Determinants of Firm Technology Strategy: Evidence from the Polish Services Sector. *CASE Network Studies and Analyses*, 454, CASE–Center for Social and Economic Research.
42. ŠVIS (2019). Mokslas ir studijos – Studijų baigimas / nutraukimas [žiūrėta 2021-11-01]. Prieiga per internetą: <http://svis.emokykla.lt/studiju-baigimas-nutraukimas/>
43. Technosoft Engineering Projects Ltd. (2020). *Overcoming Challenges In The Development Of Heavy Engineering Products*. [žiūrėta 2021-12-27]. Prieiga per internetą; <https://technosofteng.com/overcoming-challenges-in-the-development-of-heavy-engineering-products/>
44. The World Bank Group (2020). Population, total. [žiūrėta 2022-02-12]. Prieiga per internetą: [https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?name\\_desc=false](https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?name_desc=false)
45. United Nations Industrial Development Organization. (2019). *Industrial Development Report 2020. Industrializing in the digital age*. Overview. Vienna. [žiūrėta 2021-12-27]. Prieiga per internetą: <https://www.unido.org/resources-publications-flagship-publications-industrial-development-report-series/idr2020>
46. Vaidya, S., Ambad, P. ir Bhosle, S. (2018). Industry 4.0 – A Glimpse. *Procedia Manufacturing*, 20, 233–238. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.034>
47. Valodkienė, G. ir Snieška, V. (2012). Tarptautinis konkurencingumas ir jį lemiantys veiksniai ekonomikos nuosmukio laikotarpiu. *Economics and Management*, 17(2), 602–608. doi: <https://doi.org/10.5755/j01.em.17.2.2188>
48. VšĮ Panevėžio plėtros agentūra (2020). *Mažų ir vidutinių įmonių kompetencijų poreikio siekiant pasiruošti ir įveikti pramonę 4.0 iššūkius analizė* [žiūrėta 2021-11-01]. Prieiga per internetą: <https://www.esf.lt/data/public/uploads/2020/07/mvi-kompetenciju-poreikio-siekiant-pasiruosti-ir-iveikti-pramone-4.0-iss....pdf>
49. Zhang, P., & London, K. (2013). Towards an internationalized sustainable industrial competitiveness model. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 23(2), 95–113. doi: <https://doi.org/10.1108/10595421311305325>
50. Zhu, J., Wang, Y., & Wang, C. (2019). A comparative study of the effects of different factors on firm technological innovation performance in different high-tech industries. *Chinese Management Studies*, 13(1), 2–25. Doi: <https://doi.org/10.1108/CMS-10-2017-0287>
51. Zizek, S.S., Nedelko, Z., Mulej, M. & Čič, Ž.V (2020). Key Performance Indicators and Industry 4.0 – A Socially Responsible Perspective. *Naše gospodarstvo/Our economy*, 66, 22–35. Doi: 10.2478/ngoe-2020-0015.

## Priedai

### 1 priedas. Tyrime naudoti statistiniai duomenys

	Pramonės produkcija (be PVM ir akcizo) mln. EUR to meto kainomis	išlaidos MTEP, mln. Eur	įmonių prekių eksportas, mln. Eur	Įmonių prekių importas, mln. Eur	Tiesioginės užsienio investicijos laikotarpio pab., mln. Eur	BVP vienam gyventojui to meto kainomis (mln. Eur)	Bendrosios investicijos į materialųjį turtą (mln. Eur.)	Investicijos į nematerialųjį turtą (į patentus ir licencijas; programinę įrangą) mln. Eur	Darbo našumas (pridėtinė vertė, tenkanti vienam užimtajam, to meto kainomis, mln. Eur)
1998									0,0488
1999									0,0481
2000	864,643		531,006	372,94		0,003815	81,833		0,0563
2001	878,157		59,247	464,731		0,004085	125,4		0,0681
2002	1000,519		995,291	849,621		0,00441	126,283		0,0712
2003	1300,48		1208,041	955,851		0,004875	146,754		0,0889
2004	1533,43		1052,784	811,987	306,17	0,005395	196,119		0,1096
2005	1701,093		1287,787	915,32	529,34	0,006314	164,869		0,1182
2006	1978,565		1397,787	972,942	396,31	0,007356	164,59		0,1313
2007	2232,027		1486,97	1037,997	450,24	0,008978	204,286		0,1379
2008	2154,871	16,478	1537,076	1018,806	486,2	0,010212	166,871		0,1423
2009	1396,164	10,833	1052,169	615,125	372,92	0,008504	72,715	1,932	0,1195
2010	1683,224	9,123	1255,151	841,616	366,94	0,009051	73,925	3,334	0,1632
2011	1984,394	11,672	1380,341	983,263	434,51	0,010342	124,834	2,462	0,182
2012	2214,814	11,243	1576,359	1010,029	442,04	0,011182	115,123	4,23	0,1944
2013	2378,745	12,176	1625	1077,836	452,24	0,011847	131,861	4,944	0,2276
2014	2461,769	17,959	1772	1124,094	522,68	0,012475	160,044	4,62	0,2121
2015	2672,401	17,565	1930	1161,141	614,21	0,012856	175,512	5,349	0,2042
2016	2895,583	17,022	2071	1194,284	600,26	0,013559	180,769	3,937	0,197
2017	3556,93	25,858	2484,841	1528,349	686,37	0,014947	240,192	10,604	0,2229
2018	3876,674	42,505	2686,016	1563,906	849,11	0,016246	297,749	8,008	0,2159
2019	4275,133	42,317	2948,393	1612,694	960,35	0,017487	302,314	10,275	0,2179

## 1 priedo tęs. Tyrime naudoti statistiniai duomenys

	Pramonės produkcija (be PVM ir akcizo) mln. EUR to meto kainomis	išlaidos MTEP, mln. Eur	įmonių prekių eksportas, mln. Eur	Įmonių prekių importas, mln. Eur	Tiesioginės užsienio investicijos laikotarpio pab., mln. Eur	BVP vienam gyventojui to meto kainomis (mln. Eur)	Bendrosios investicijos į materialųjį turtą (mln. Eur.)	Investicijos į nematerialųjį turtą (į patentus ir licencijas; programinę įrangą) mln. Eur	Darbo našumas (pridėtinė vertė, tenkanti vienam užimtajam, to meto kainomis, mln. Eur)
2020	4326,43	40,705	3002,284	1602,934	1015,65	0,017714	298,494	7,679	0,2209
2021	5556,942				1251,66	0,01976			

## 2 priedas. Makroekonominių ir Pramonė 4.0 veiksmų rodiklių laiko eilučių stacionarumo vertinimo rezultatai

Null Hypothesis: D(BVP\_VIENAM\_GYVENTOJUI) has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=0)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.055476	0.0407
Test critical values:		
1% level	-2.674290	
5% level	-1.957204	
10% level	-1.608175	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: D(EKSPORTAS) has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=0)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.684194	0.0001
Test critical values:		
1% level	-2.692358	
5% level	-1.960171	
10% level	-1.607051	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 19

Null Hypothesis: D(IMPORTAS) has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=0)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.990911	0.0004
Test critical values:		
1% level	-2.692358	
5% level	-1.960171	
10% level	-1.607051	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 19

Null Hypothesis: D(INVESTICIJOS\_MATERIAL) has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=0)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.573987	0.0012
Test critical values:		
1% level	-2.692358	
5% level	-1.960171	
10% level	-1.607051	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 19

Null Hypothesis: D(MTEP) has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=0)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.310244	0.0261
Test critical values:		
1% level	-2.792154	
5% level	-1.977738	
10% level	-1.602074	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 11

Null Hypothesis: INVESTICIJOS\_NEMATERIAL has a unit root  
Exogenous: Constant, Linear Trend  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=0)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.280247	0.0313
Test critical values:		
1% level	-5.124875	
5% level	-3.933364	
10% level	-3.420030	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 11

Null Hypothesis: D(DARBO\_NASUMAS) has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=0)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.058331	0.0003
Test critical values:		
1% level	-2.679735	
5% level	-1.958088	
10% level	-1.607830	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: D(PRODUKCIJA) has a unit root  
Exogenous: Constant, Linear Trend  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=0)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.635918	0.0497
Test critical values:		
1% level	-4.440739	
5% level	-3.632896	
10% level	-3.254671	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: D(TUI) has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=0)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.376285	0.0023
Test critical values:		
1% level	-2.717511	
5% level	-1.964418	
10% level	-1.605603	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 16

### 3 priedas. Granger priežastingumo vertinimo rezultatai

#### Pairwise Granger Causality Tests

Date: 04/25/22 Time: 21:06

Sample: 1998 2021

Lags: 5

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
D(PRODUKCIJA) does not Granger Cause D(EKSPORTAS)	15	21.4450	0.0055
D(EKSPORTAS) does not Granger Cause D(PRODUKCIJA)		43.2016	0.0014

#### Pairwise Granger Causality Tests

Date: 04/25/22 Time: 21:10

Sample: 1998 2021

Lags: 1

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
D(BVP_VIENAM_GYVENTOJUI) does not Granger Cause D(PRODUKCIJA)	22	7.61028	0.0125
D(PRODUKCIJA) does not Granger Cause D(BVP_VIENAM_GYVENTOJUI)		6.72362	0.0178

#### Pairwise Granger Causality Tests

Date: 04/25/22 Time: 21:10

Sample: 1998 2021

Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
D(BVP_VIENAM_GYVENTOJUI) does not Granger Cause D(PRODUKCIJA)	21	6.96420	0.0067
D(PRODUKCIJA) does not Granger Cause D(BVP_VIENAM_GYVENTOJUI)		3.41340	0.0583

#### Pairwise Granger Causality Tests

Date: 04/25/22 Time: 21:11

Sample: 1998 2021

Lags: 3

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
D(BVP_VIENAM_GYVENTOJUI) does not Granger Cause D(PRODUKCIJA)	20	5.92824	0.0089
D(PRODUKCIJA) does not Granger Cause D(BVP_VIENAM_GYVENTOJUI)		2.93556	0.0731

#### Pairwise Granger Causality Tests

Date: 04/25/22 Time: 21:11

Sample: 1998 2021

Lags: 5

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
D(BVP_VIENAM_GYVENTOJUI) does not Granger Cause D(PRODUKCIJA)	18	5.31226	0.0247
D(PRODUKCIJA) does not Granger Cause D(BVP_VIENAM_GYVENTOJUI)		3.78504	0.0558

#### Pairwise Granger Causality Tests

Date: 04/25/22 Time: 21:12

Sample: 1998 2021

Lags: 7

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
D(BVP_VIENAM_GYVENTOJUI) does not Granger Cause D(PRODUKCIJA)	16	430.022	0.0371
D(PRODUKCIJA) does not Granger Cause D(BVP_VIENAM_GYVENTOJUI)		2.83545	0.4287

#### Pairwise Granger Causality Tests

Date: 04/25/22 Time: 21:15

Sample: 1998 2021

Lags: 3

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
D(PRODUKCIJA) does not Granger Cause D(TUI)	14	0.53785	0.6712
D(TUI) does not Granger Cause D(PRODUKCIJA)		5.37518	0.0310

#### Pairwise Granger Causality Tests

Date: 04/25/22 Time: 21:16

Sample: 1998 2021

Lags: 4

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
D(PRODUKCIJA) does not Granger Cause D(TUI)	13	3.89173	0.1083
D(TUI) does not Granger Cause D(PRODUKCIJA)		13.2996	0.0140

#### 4 priedas. ARDL ir porinių regresijos modelių liekamųjų paklaidų autokorelogramos

ARDL(5;5) – tarp inžinerinės pramonės produkcijos ir investicijų į materialųjį turta

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1 -0.554	-0.554	5.5937	0.018
		2 0.364	0.082	8.1871	0.017
		3 -0.361	-0.190	10.954	0.012
		4 0.033	-0.369	10.980	0.027
		5 -0.122	-0.314	11.357	0.045
		6 0.183	-0.014	12.302	0.056
		7 -0.308	-0.535	15.326	0.032
		8 0.437	-0.213	22.272	0.004
		9 -0.224	0.055	24.399	0.004
		10 0.260	-0.052	27.860	0.002
		11 -0.251	-0.308	31.881	0.001
		12 0.048	-0.163	32.076	0.001

ARDL(3;4) – tarp inžinerinės pramonės produkcijos ir investicijų į materialųjį turta

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1 -0.450	-0.450	3.8815	0.049
		2 -0.158	-0.451	4.3918	0.111
		3 0.246	-0.093	5.7335	0.125
		4 -0.111	-0.100	6.0305	0.197
		5 -0.202	-0.341	7.1035	0.213
		6 0.284	-0.097	9.4321	0.151
		7 -0.221	-0.342	10.991	0.139
		8 0.028	-0.299	11.019	0.201
		9 0.297	0.046	14.655	0.101
		10 -0.259	-0.088	17.876	0.057
		11 -0.029	-0.110	17.924	0.083
		12 0.120	-0.262	18.969	0.089

ARDL(2;0) – tarp inžinerinės pramonės produkcijos ir investicijų į nematerialųjį turta



















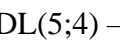
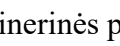
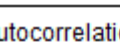
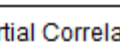


Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1 -0.024	-0.024	0.0082	0.928
		2 -0.218	-0.219	0.7629	0.683
		3 -0.067	-0.082	0.8421	0.839
		4 -0.311	-0.385	2.8150	0.589
		5 -0.165	-0.300	3.4673	0.628
		6 0.210	-0.048	4.7325	0.579
		7 0.107	-0.093	5.1385	0.643
		8 -0.042	-0.216	5.2243	0.733
		9 0.048	-0.160	5.3902	0.799
		10 -0.038	-0.140	5.5961	0.848

Porinis regresijos modelis – tarp inžinerinės pramonės produkcijos ir eksporto





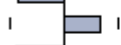





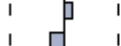







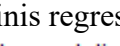
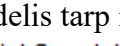
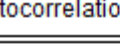
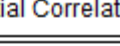


Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.028	-0.028	0.0187	0.891
		2 -0.269	-0.270	1.8527	0.396
		3 0.039	0.024	1.8932	0.595
		4 -0.132	-0.218	2.3872	0.665
		5 -0.041	-0.037	2.4379	0.786
		6 0.163	0.066	3.2943	0.771
		7 0.088	0.093	3.5644	0.828
		8 -0.082	-0.037	3.8161	0.873
		9 -0.110	-0.089	4.3012	0.890
		10 -0.041	-0.055	4.3748	0.929
		11 -0.036	-0.069	4.4367	0.955
		12 0.090	0.046	4.8745	0.962

#### 4 priedo tęs. ARDL ir porinių regresijos modelių liekamųjų paklaidų autokorelogramos






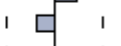
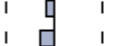

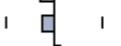
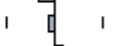
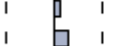





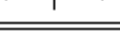
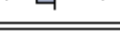






ARDL(5;5) – tarp inžinerinės pramonės produkcijos ir eksporto

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
		1	-0.433	-0.433	3.5967	0.058
		2	0.177	-0.013	4.2399	0.120
		3	-0.293	-0.272	6.1418	0.105
		4	0.002	-0.295	6.1419	0.189
		5	0.017	-0.128	6.1498	0.292
		6	-0.001	-0.158	6.1498	0.407
		7	-0.200	-0.517	7.4270	0.386
		8	0.365	-0.006	12.224	0.141
		9	-0.175	-0.094	13.487	0.142
		10	0.219	-0.144	15.782	0.106
		11	-0.267	-0.228	19.902	0.047
		12	0.121	-0.042	20.958	0.051

ARDL(5;4) – tarp inžinerinės pramonės produkcijos ir eksporto

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
		1	-0.334	-0.334	2.2461	0.134
		2	0.501	0.439	7.6577	0.022
		3	-0.419	-0.249	11.704	0.008
		4	0.316	0.005	14.183	0.007
		5	-0.439	-0.186	19.374	0.002
		6	0.063	-0.323	19.492	0.003
		7	-0.257	0.027	21.625	0.003
		8	0.070	-0.078	21.800	0.005
		9	-0.121	-0.077	22.396	0.008
		10	0.009	-0.126	22.400	0.013
		11	0.039	-0.036	22.480	0.021
		12	0.115	0.128	23.332	0.025

Porinis regresijos modelis tarp inžinerinės pramonės produkcijos ir importo

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.342	0.342	2.8234	0.093
		2	-0.226	-0.389	4.1272	0.127
		3	-0.090	0.201	4.3441	0.227
		4	0.005	-0.171	4.3449	0.361
		5	-0.068	0.005	4.4851	0.482
		6	-0.127	-0.141	5.0077	0.543
		7	-0.113	-0.051	5.4466	0.606
		8	0.042	0.079	5.5120	0.702
		9	0.123	0.007	6.1213	0.728
		10	0.018	-0.018	6.1357	0.804
		11	0.045	0.123	6.2350	0.857
		12	-0.002	-0.167	6.2352	0.904