



**Kauno technologijos universitetas**

Ekonomikos ir verslo fakultetas

**Dirbtinio intelekto taikymo sąsajos su veiklos rezultatais:  
Lietuvos baldų gamybos įmonių atvejis**

Baigiamasis magistro projektas

---

**Liveta Griguolaitė**

Projekto autorė

**Prof. dr. Jurgita Sekliuckienė**

Vadovė

---

**Kaunas, 2023**



**Kauno technologijos universitetas**

Ekonomikos ir verslo fakultetas

**Dirbtinio intelekto taikymo sąsajos su veiklos rezultatais:  
Lietuvos baldų gamybos įmonių atvejis**

Baigiamasis magistro projektas

Inovacijų valdymas ir antreprenerystė (6211LX031)

---

**Liveta Griguolaitė**

Projekto autorė

**Prof. dr. Jurgita Sekliuckienė**

Vadovė

**Prof. dr. Mantas Vilkas**

Recenzentas

---

**Kaunas, 2023**



**Kauno technologijos universitetas**

Ekonomikos ir verslo fakultetas

Liveta Griguolaitė

## **Dirbtinio intelekto taikymo sąsajos su veiklos rezultatais: Lietuvos baldų gamybos įmonių atvejis**

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.

Liveta Griguolaitė

*Patvirtinta elektroniniu būdu*

Griguolaitė, Liveta. Dirbtinio intelekto taikymo sąsajos su veiklos rezultatais: Lietuvos baldų gamybos įmonių atvejis. Magistro baigiamasis projektas / vadovė Prof. dr. Jurgita Sekliuckienė; Kauno technologijos universitetas, Ekonomikos ir verslo fakultetas fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypties grupė): Vadyba, Verslas ir viešoji vadyba.

Reikšminiai žodžiai: dirbtinis intelektas, dirbtinio intelekto taikymas, veiklos rezultatų pokyčiai.

Kaunas, 2023. 77 p.

## Santrauka

Šiandieniniame pasaulyje naujausios technologijos užima svarbų vaidmenį daugelyje sektorių. Dirbtinis intelektas (DI) yra viena iš populiariausių ir naujausių intelekto sričių, kuri sulaukia daug visuomenės ir mokslininkų dėmesio. DI buvo laikomas raktu į „ketvirtąją“ pramonės revoliuciją ir vis dažniau taikomas gamybos, finansų, švietimo, medicinos, logistikos ir kituose sektoriuose, todėl žmonių gyvenimai ir visuomenė vystosi intelekto linkme (Miller, 2019). Daugeliui organizacijų siekiant išlikti ir sukurti konkurencinį pranašumą savo veikloje yra būtina naudoti naujausias technologijas, pritaikyti savo verslo modelį ir procesus prie besikeičiančios visuomenės bei sparčiai besivystančių technologijų. Gebėjimas pritaikyti naujausias technologijas yra ypač svarbus, atsižvelgiant į šią šiuolaikinę sparčią techninę pažangą, dėl kurios atsiranda didelių iššūkių ir galimybių (Kurzahls, Graf-Vlachy, & König, 2020). DI yra perspektyvus ir intensyviai kuriamas bei tobulinamas, todėl jo perspektyvos yra didelės ir daugelis inovatyvių įmonių siekia naudoti dirbtinį intelektą savo veikloje. DI yra vertinamas kaip revoliucinis ir iš esmės „žaidimą keičiantis“ technologijų rinkinys verslo pasaulyje (Ågerfalk, 2020).

Baldų gamybos sektorius yra svarbi pramonės dalis. Baldų gamybos sektoriuje kasmet yra prognozuojamas daugiau nei 5 % metinio augimo (*CAGR*). Baldų sektoriaus augimas ir baldų gamybos tobulinimas prisideda prie kasdienio žmonių gyvenimo kokybės gerinimo. Šiuo metu baldų pramonė susiduria su keliomis problemomis: mažas gamybos efektyvumas, mažas gaminių tikslumas, prasta produktų kokybė (G. J. Long, Lin, Cai, & Nong, 2020). Dirbtinis intelektas yra laikomas vienu iš būdų, padedančių spręsti šias problemas, nes dirbtinio intelekto pritaikymas yra siejamas su aukštesne gaminių kokybe, gamybos efektyvumo augimu, mažesniu broko skaičiumi. Dirbtinio intelekto pritaikymas gali būti brangus ir sudėtingas, todėl svarbu yra žinoti galimas pritaikymo sąsajas su veiklos rodiklių pokyčiais, iš anksto žinoti taikymo metu galinčius kilti sunkumus.

**Tyrimo objektas** – dirbtinio intelekto taikymo įmonėse sąsajos su veiklos rezultatais.

**Tyrimo tikslas** – atskleisti dirbtinio intelekto taikymo sąsajas su Lietuvos baldų gamybos įmonių veiklos rezultatais.

**Tyrimo uždaviniai:**

1. atskleisti dirbtinio intelekto taikymo įmonėse sąsajų su veiklos rezultatais problematiką;
2. išanalizuoti dirbtinio intelekto taikymo įmonėse sąsajas su veiklos rezultatais teoriniu aspektu;
3. parengti dirbtinio intelekto taikymo sąsajų su Lietuvos baldų gamybos įmonių veiklos rezultatais metodologiją;

4. nustatyti pagrindines sąsajas tarp dirbtinio intelekto taikymo ir Lietuvos baldų gamybos įmonių veiklos rezultatų, pateikti rekomendacijas analizuotoms Lietuvos baldų gamybos įmonėms.

**Tyrimo metodai.** Mokslinės literatūros analizė, lyginamoji analizė, kokybinis tyrimas – atvejo analizė, kuriai naudojami pusiau struktūrizuoti interviu. Kokybinio tyrimo metu surinktų duomenų apdorojimui ir analizei naudojama teksto kodavimo sistema *MAXQDA*.

Atlikus literatūros analizę nustatyta, kad dirbtinis intelektas naudojamas daugelyje sektorių, siekiant išspręsti tam tikras problemas, sukurti efektyvesnius sprendimus ar kitaip patobulinti esamus procesus. Literatūros analizės metu nustatyta, kad gamybinėse įmonėse dirbtinis intelektas dažniausiai taikomas gamybos procesų automatizavime, planavime, nuspėjamojoje priežiūroje, produktų kūrimo ir dizaine. Taip pat analizuojant įmonės veiklą buvo išsiaiškinta, kad vienas iš veiklos rodiklių klasifikavimų yra operatyviniai, finansiniai ir rinka grindžiami rodikliai. Dirbtinis intelektas išskiriamas kaip ypač reikšmingas sektoriams, kurie taiko pažangios gamybos technologijos, nes tai yra didelės vertės, didelio našumo sektoriai, turintys aukštą technologinio įterpimo ir skaitmeninimo lygį. Apibendrinant mokslinę literatūrą ir atliktus tyrimus galima teigti, kad dirbtinio intelekto pritaikymas mažina išlaidas ir didina pelną. Dirbtinio intelekto specifika kiekviename sektoriuje gali būti skirtinga, todėl kyla poreikis analizuoti dirbtinio intelekto taikymo sąsajas su veiklos rezultatais, iškilusius sunkumus, galimus verslo pokyčius atskiruose sektoriuose.

Atlikus empirinį tyrimą didelėse Lietuvos baldų gamybos įmonėse, taikant pusiau struktūruoto interviu metodą nustatyta, kad dirbtinis intelektas turi sąsajas su finansiniais ir operatyviniais rodikliais. Nustatyta, kad pritaikius dirbtinio intelekto technologiją galima pasiekti pelno augimą iki 5 %, našumą padidinti iki 50 %, sumažinti broko skaičių apie 30 %. Tyrimo metu nustatyta, kad baldų gamybos įmonėse dirbtinis intelektas dažniausiai naudojamas kokybės užtikrinime, taip pat žaliavų apdorojime ir planavime. Dažniausiai naudojama mašininės vizijos technologija, kuri gali būti naudojama tiek kokybės užtikrinime, tiek žaliavų apdorojime. Empirinio tyrimo metu taip pat nustatyta, kad buvo tiek techninių, tiek organizacinių sunkumų, kurie apsunkino dirbtinio intelekto pritaikymo procesą.

Griguolaitė, Liveta. The Links Between the Application of Artificial Intelligence and Performance: The Case of Lithuanian Furniture Manufacturing Companies. Master's Final Degree Project / supervisor Prof. dr. Jurgita Sekliuckienė; School of Economics and Business, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Management, Business and Public Management.

Keywords: Artificial Intelligence, Application of Artificial Intelligence, changes in Performance.

Kaunas, 2023. 77 pages.

### Summary

In today's world, the latest technologies play an important role in many sectors. Artificial intelligence (AI) is one of the most popular and recent fields of intelligence that is attracting a lot of attention from the public and scientists. AI has been considered the key to the “fourth” industrial revolution and is increasingly applied in manufacturing, finance, education, medicine, logistics and other sectors, making people's lives and society evolve in the direction of intelligence (Miller, 2019). For many organizations, to survive and create a competitive advantage in their activities, it is necessary to use the latest technologies, adapt their business model and processes to the changing society and rapidly developing technologies. The ability to adapt to the latest technologies is especially important given today's rapid technical progress, which creates significant challenges and opportunities (Kurzahls, Graf-Vlachy, & König, 2020). AI is promising and intensively developed and improved, so its prospects are high and many innovative companies seek to use artificial intelligence in their operations. AI is seen as a revolutionary and fundamentally “game-changing” set of technologies in the business world (Ågerfalk, 2020).

The furniture manufacturing sector is an important part of the industry. The furniture manufacturing sector is projected to grow at a compound annual growth rate (*CAGR*) of more than 5% every year. The growth of the furniture sector and the improvement of furniture production contribute to improving the quality of people's daily lives. Currently, the furniture industry is facing several problems: low production efficiency, low product accuracy, and poor product quality (G. J. Long, Lin, Cai, & Nong, 2020). Artificial intelligence is considered one of the ways to help solve these problems, because the application of artificial intelligence is associated with higher product quality, increased production efficiency, and a lower number of defects. The application of artificial intelligence can be expensive and complicated, so it is important to know the possible correlations of the application with changes in performance indicators, to know in advance the difficulties that may arise during the application.

**The object of the research** – the links between the application of artificial intelligence the performance.

**The aim of the research** – to reveal the connections between the application of artificial intelligence and the performance of Lithuanian furniture manufacturing companies.

#### Research tasks:

1. reveal the problem of the connection between the application of artificial intelligence in companies and the results of operations;

2. to analyze the connections between the application of artificial intelligence in companies and performance results from a theoretical perspective;
3. to prepare a methodology for connecting the application of artificial intelligence with the performance of Lithuanian furniture manufacturing companies;
4. to determine the main links between the application of artificial intelligence and the performance of Lithuanian furniture manufacturing companies, to provide recommendations to the analyzed Lithuanian furniture manufacturing companies.

**Research methods.** Literature Review, Benchmarking, Qualitative Research - Case Study Using Semi-Structured Interviews. The text coding system *MAXQDA* is used for the processing and analysis of the data collected during qualitative research.

The literature analysis found that artificial intelligence is used in many sectors to solve certain problems, create more efficient solutions, or otherwise improve existing processes. During the analysis of the literature, it was found that in manufacturing companies, artificial intelligence is mostly applied in the automation of production processes, planning, predictive maintenance, product development and design. Also, while analyzing the company's activities, it was found out that one of the classifications of performance indicators is operational, financial, and market-based indicators. Artificial intelligence is singled out as particularly relevant for sectors that use advanced manufacturing technologies, as these are high-value, high-performance sectors with high levels of technological embeddedness and digitization. Summarizing the scientific literature and research, it can be said that the application of artificial intelligence reduces costs and increases profits. The specifics of artificial intelligence may be different in each sector, so there is a need to analyze the links between the application of artificial intelligence and performance, the difficulties that have arisen, and possible business changes in individual sectors.

After conducting an empirical study in large Lithuanian furniture manufacturing companies, using the semi-structured interview method, it was found that artificial intelligence has links with financial and operational indicators. It has been established that by applying artificial intelligence technology, it is possible to achieve profit growth of up to 5 %, increase productivity up to 50 %, and reduce the number of defects by about 30 %. During the research, it was found that in furniture manufacturing companies, artificial intelligence is mostly used in quality assurance, as well as in the processing and planning of raw materials. Machine vision technology is commonly used, which can be used in both quality assurance and raw material processing. The empirical study also found that there were both technical and organizational difficulties that hampered the adoption process of artificial intelligence.

## Turinys

<b>Lentelių sąrašas .....</b>	<b>8</b>
<b>Paveikslų sąrašas .....</b>	<b>9</b>
<b>Santrumpų ir terminų sąrašas .....</b>	<b>10</b>
<b>Įvadas.....</b>	<b>11</b>
<b>1. Dirbtinio intelekto taikymo sąsajų su veiklos rezultatais problemos analizė .....</b>	<b>13</b>
1.1. Dirbtinio intelekto taikymas globaliame kontekste .....	13
1.2. Dirbtinio intelekto naudojimas Lietuvos gamybos sektoriuje.....	16
1.3. Poreikio tirti dirbtinio intelekto sąsajas su įmonių veiklos rezultatais pagrindimas .....	19
<b>2. Dirbtinio intelekto taikymo sąsajų su veiklos rezultatais teoriniai aspektai.....</b>	<b>23</b>
2.1. Dirbtinio intelekto teoriniai aspektai .....	23
2.1.1. Dirbtinio intelekto teorinė apibrėžtis.....	23
2.1.2. Dirbtinio intelekto tipai ir veikimo principai.....	25
2.1.3. Dirbtinio intelekto sistemos.....	26
2.1.4. Dirbtinio intelekto metodai.....	27
2.1.5. Dirbtinio intelekto taikymo sritys.....	31
2.1.6. Išmaniosios gamyklos konceptas .....	36
2.1.7. Dirbtinio intelekto taikymą įmonės procesuose įgalinantys ir stabdantys veiksniai.....	37
2.2. Dirbtinio intelekto taikymo svarba įmonės veiklos rezultatams .....	39
2.2.1. Įmonių veiklos rezultatų vertinimas .....	39
2.2.2. Dirbtinio intelekto taikymo poveikiai įmonių veiklos rezultatams .....	41
<b>3. Dirbtinio intelekto taikymo įmonėse sąsajų su veiklos rezultatais metodologija .....</b>	<b>44</b>
<b>4. Dirbtinio intelekto sąsajų su įmonės veiklos rezultatais analizė ir rezultatai.....</b>	<b>51</b>
4.1. Informantų profilis ir charakteristikos.....	51
4.2. Interviu turinio analizės rezultatai .....	52
4.2.1. Dirbtinio intelekto taikymo priežastys ir sritys .....	54
4.2.2. Dirbtinio intelekto taikymo sąsajos su įmonės veiklos rezultatais.....	58
4.2.3. Dirbtinio intelekto taikymo iššūkiai ir perspektyvos.....	63
4.3. Tyrimo rezultatų apibendrinimas ir rekomendacijos.....	67
<b>Išvados .....</b>	<b>69</b>
<b>Literatūros sąrašas .....</b>	<b>71</b>
<b>Priedai.....</b>	<b>78</b>



## Lentelių sąrašas

<b>1 lentelė.</b> Dirbinio intelekto sąvokų apibrėžimai .....	24
<b>2 lentelė.</b> Dirbtinio intelekto sistemų tipai (Kaplan ir Haenlein, 2019) .....	26
<b>3 lentelė.</b> McKinsey apklausos, apie dirbtinio intelekto taikymą įvairiuose sektoriuose, rezultatai (McKinsey Analytics, 2019) .....	32
<b>4 lentelė.</b> Tyrimo instrumentas.....	45
<b>5 lentelė.</b> Duomenys apie tyrime dalydavusius informantus .....	48
<b>6 lentelė.</b> Tyrime dalyvavusių įmonių finansiniai rodikliai .....	52
<b>7 lentelė.</b> „MAXQDA“ sudaryta kodų sistema .....	53
<b>8 lentelė.</b> Priežastys, kodėl buvo nuspręsta pradėti taikyti DI .....	54
<b>9 lentelė.</b> Procesai, kuriuose naudojamas DI .....	56
<b>10 lentelė.</b> Gamybos ir verslo pokyčiai, įvykę pritaikius DI.....	57
<b>11 lentelė.</b> Rodiklių pokyčiai pradėjus taikyti DI .....	59
<b>12 lentelė.</b> Sunkumai, kurie kilo taikant DI .....	65
<b>13 lentelė.</b> DI taikymo perspektyvos per ateinančius 3 metus .....	66

## Paveikslų sąrašas

<b>1 pav.</b>	Apklausa, apie dirbtinio intelekto diegimą, rezultatai (sudaryta autorės) .....	15
<b>2 pav.</b>	2021m. dirbtinį intelektą naudojančių įmonių skaičius .....	17
<b>3 pav.</b>	Lietuvos apdirbamosios pramonės struktūra pagal sukurta pramonės produkcijos kiekį 2022 m., proc. (sudaryta autorės pagal Lietuvos statistikos departamento duomenis, 2022) .....	18
<b>4 pav.</b>	Lietuvos ūkio sektorių indėlis į augimą 2022 m. I-ąjį pusmetį (Lietuvos statistikos departamentas ir Inovacijų agentūra skaičiavimai) .....	19
<b>5 pav.</b>	McKinsey pasaulinėje dirbtinio intelekto apklausoje dalyvavusių organizacijų pajamų augimas ir išlaidų mažėjimas pagal sektorius (( <i>McKinsey Analytics</i> , 2019), perdaryta autorės) .....	20
<b>6 pav.</b>	Svarbiausių gamybos ir paslaugų sektorių Lietuvoje prognozės 2025 metams .....	22
<b>7 pav.</b>	Dirbtinio intelekto tipai (sudaryta autorės) .....	25
<b>8 pav.</b>	Dirbtinio intelekto metodai (Doshi, 2020) .....	27
<b>9 pav.</b>	Mašininio mokymosi kategorijos ir algoritmai (sudaryta autorės) .....	29
<b>10 pav.</b>	Populiari dirbtinio intelekto architektūra .....	30
<b>11 pav.</b>	Vaizdo apdorojimo ir objekto aptikimo procesas (sudaryta autorės).....	31
<b>12 pav.</b>	DI pasiskirstymas pagal funkcijas .....	35
<b>13 pav.</b>	Mašininės vizijos sistema .....	36
<b>14 pav.</b>	Išmaniosios gamybos komponentai (Phuyal et al., 2020) .....	37
<b>15 pav.</b>	Labiausiai paplitę organizacijų veiklos rodiklių tipai (Asgar Afshar Jahanshahi, 2012)..	40
<b>16 pav.</b>	Dirbtinio intelekto taikymo sąsajų su įmonių veiklos rezultatais teorinis modelis .....	43
<b>17 pav.</b>	Broko sumažėjimas pritaikius DI kokybės sistemas, proc. ....	61

## Santrumpų ir terminų sąrašas

### Santrumpos:

DI – dirbtinis intelektas;

ML – mašininis mokymasis;

MDP – medžio drožlių plokštės.

BVP – bendrasis vidaus produktas

## Įvadas

**Temos aktualumas.** Šiandieniniame pasaulyje naujausios technologijos užima svarbų vaidmenį daugelyje sektorių. Dirbtinis intelektas (DI) yra viena iš populiariausių ir naujausių intelekto sričių, kuri sulaukia daug visuomenės ir mokslininkų dėmesio. DI buvo laikomas raktu į „ketvirtąją“ pramonės revoliuciją ir vis dažniau taikomas gamybos, finansų, švietimo, medicinos, logistikos ir kituose sektoriuose, todėl žmonių gyvenimai ir visuomenė vystosi intelekto linkme (Miller, 2019). Daugeliui organizacijų siekiant išlikti ir sukurti konkurencinį pranašumą savo veikloje yra būtina naudoti naujausias technologijas, pritaikyti savo verslo modelį ir procesus prie besikeičiančios visuomenės bei sparčiai besivystančių technologijų. Gebėjimas pritaikyti naujausias technologijas yra ypač svarbus, atsižvelgiant į šiandieninę sparčią techninę pažangą, dėl kurios atsiranda didelių iššūkių ir galimybių (Kurzahls, Graf-Vlachy, & König, 2020). DI yra perspektyvus ir intensyviai kuriamas bei tobulinamas, todėl jo perspektyvos yra didelės ir daugelis inovatyvių įmonių siekia naudoti dirbtinį intelektą savo veikloje. DI yra vertinamas kaip revoliucinis ir iš esmės „žaidimą keičiantis“ technologijų rinkinys verslo pasaulyje (Ågerfalk, 2020).

DI yra siejamas su vertės organizacijoms kūrimu. DI organizacijose dažniausiai naudojamas siekiant spręsti tam tikras problemas arba norint pasiekti geresnių rezultatų. Pagrindinė prielaida, kodėl tiek daug mokslininkų ir organizacijų dėmesio sulaukia dirbtinio intelekto technologija, yra ta, kad atsižvelgiant į tam tikrus informacijos apdorojimo apribojimus, DI gali užtikrinti aukštesnę kokybę, didesnę efektyvumą ir geresnius rezultatus nei aukščiausios kokybės ekspertai (Brynjolfsson & McAfee, 2019). Dirbtinio intelekto naudojimo pradžia, pritaikymas ir organizacijoje dėl taikymo vykstantys pokyčiai gali būti brangūs ir rizikingi, todėl organizacijos dažnai atsisako tokios galimybės, kuri galėtų verslo procesuose sumažinti klaidų skaičių, padidinti efektyvumą. Vis dėlto vis garsiau kalbama apie tai, kad tokios technologinės inovacijos kaip DI yra būtina sąlyga, norint kurti konkurencinį pranašumą daugelyje sektorių, o nuolat besikeičiantis ir prie naujausių technologijų turintis taikytis gamybos sektorius yra vienas iš jų. DI yra viena perspektyviausių ir viena labiausiai tobulinamų technologijų, tad dažnai laikoma gamybos sektoriaus ateitimi. Neseniai atliktas „MIT Sloan Management Review“ tyrimas parodė, kad daugiau nei 80 % organizacijų DI laiko strategine galimybe, o beveik 85 % DI mato kaip būdą pasiekti konkurencinį pranašumą (Ransbotham et al., 2017). Konkurencinio pranašumo praradimo grėsmė veikia organizacijas kaip varančioji jėga, skatinanti priimti naujausias technologijas (Enholm, Papagiannidis, Mikalef, & Krogstie, 2021).

Baldų gamybos sektorius yra svarbi pramonės dalis. Baldų gamybos sektoriuje kasmet yra prognozuojamas daugiau nei 5 % metinio augimo (CAGR). Baldų sektoriaus augimas ir baldų gamybos tobulinimas prisideda prie kasdienio žmonių gyvenimo kokybės gerinimo. Šiuo metu baldų pramonė susiduria su keliomis problemomis: mažas gamybos efektyvumas, mažas gaminių tikslumas, prasta produktų kokybė (G. J. Long, Lin, Cai, & Nong, 2020). Dirbtinis intelektas yra laikomas vienu iš būdų, padedančių spręsti šias problemas, nes dirbtinio intelekto pritaikymas yra siejamas su aukštesne gaminių kokybe, gamybos efektyvumo augimu, mažesniu broko skaičiumi. 2019 m. spalį „Microsoft“ pranešė, kad dirbtinis intelektas padėjo gamybos įmonėms pranokti konkurentes, teigdama, kad DI taikantys gamintojai dirba 12 % geriau nei jų konkurentai.

Literatūroje dažnai kalbama apie dirbtinio intelekto svarbą ir prasmę, tačiau nėra pakankamai informacijos apie dirbtinio intelekto taikymą atskiruose sektoriuose. Taip pat nėra pilnai išanalizuotos DI taikymo sąsajos su veiklos rezultatais. Kadangi dirbtinio intelekto technologija yra

pakankamai nauja ir sąsajos su organizacijų veiklos rezultatais nėra iki galo išanalizuotos, todėl kyla poreikis analizuoti, kokios yra sąsajos tarp dirbtinio intelekto taikymo ir veiklos rezultatų.

**Problema** – kokios yra sąsajos tarp dirbtinio intelekto taikymo ir veiklos rezultatų?

**Tyrimo objektas** – dirbtinio intelekto taikymo įmonėse sąsajos su veiklos rezultatais.

**Tyrimo tikslas** – atskleisti dirbtinio intelekto taikymo sąsajas su Lietuvos baldų gamybos įmonių veiklos rezultatais.

**Tyrimo uždaviniai:**

1. atskleisti dirbtinio intelekto taikymo įmonėse sąsajų su veiklos rezultatais problematiką;
2. išanalizuoti dirbtinio intelekto taikymo įmonėse sąsajas su veiklos rezultatais teoriniu aspektu;
3. parengti dirbtinio intelekto taikymo sąsajų su Lietuvos baldų gamybos įmonių veiklos rezultatais metodologiją;
4. nustatyti pagrindines sąsajas tarp dirbtinio intelekto taikymo ir Lietuvos baldų gamybos įmonių veiklos rezultatų, pateikti rekomendacijas analizuotoms Lietuvos baldų gamybos įmonėms.

**Tyrimo metodai.** Mokslinės literatūros analizė, lyginamoji analizė, kokybinis tyrimas – atvejo analizė, kuriai naudojami pusiau struktūrizuoti interviu. Kokybinio tyrimo metu surinktų duomenų apdorojimui ir analizei naudojama teksto kodavimo sistema *MAXQDA*.

**Darbo struktūra.** Darbe yra keturios pagrindinės dalys: problemos analizė, literatūros analizė, tyrimo metodologija ir tyrimo rezultatai. Kiekviena iš dalių yra reikalinga norint visapusiškai pažvelgti į analizuojamą problemą ir atskleisti darbo tikslą. Pirmoje dalyje yra analizuojama problema, apžvelgiami kiti dirbtinio intelekto taikymą tiriantys moksliniai darbai. Antroje dalyje atlikta mokslinės literatūros analizė, kurioje suformuoti dirbtinio intelekto taikymo sąsajų su veiklos rezultatais teoriniai aspektai, išanalizuotas dirbtinio intelekto klasifikavimas ir suformuotas teorinis modelis. Trečioje dalyje pateikiama empirinio tyrimo metodologija. Ketvirtoje dalyje pristatomi kokybinio tyrimo, pusiau struktūruoto interviu rezultatai, apibendrinimas ir rekomendacijos. Darbo pabaigoje apibendrinant visas aukščiau išvardintas dalis pateikiamos darbo išvados. Bendra darbo apimtis – 77 puslapiai. Literatūros sąrašas sudarytas iš 104 šaltinių. Darbe yra 17 paveikslėlių ir 13 lentelių.

**Tyrimo rezultatai.** Atlikus mokslinės literatūros analizę suformuotas dirbtinio intelekto taikymo sąsajų su veiklos rezultatais teorinis modelis, kuriuo remiantis ir pasirinkus empirinio tyrimo instrumentą atliekamas empirinis tyrimas, kuris padėjo įvykdyti darbe išsikeltą tikslą. Empirinis tyrimas, kurio metu atliekami pusiau struktūruoti interviu, buvo atliekamas didelėse Lietuvos baldų gamybos įmonėse. Tyrimo informantai – skirtingas pozicijas užimantys, bet daugiausiai apie dirbtinio intelekto technologijas ir jų taikymą įmonėse žinantys atstovai. Remiantis atliktu tyrimu pateikiamos rekomendacijos analizuotoms įmonėms dėl tolimesnių dirbtinio intelekto taikymo perspektyvų.

## 1. Dirbtinio intelekto taikymo sąsajų su veiklos rezultatais problemos analizė

### 1.1. Dirbtinio intelekto taikymas globaliame kontekste

Dirbtinis intelektas (DI) yra viena iš naujausių technologijų, sulaukianti vis daugiau dėmesio. Nors šiuo metu DI vis dar yra apipintas etiniais, teisiniais ir filosofiniais iššūkiais, tačiau mokslininkai jau neabejoja, kad DI taps tokia pat svarbia gyvenimo dalimi kaip internetas ir televizijos, nors kažkada tai atrodė sunkiai suvokiama (Haenlein & Kaplan, 2019). Nors apie dirbtinį intelektą kalbama vis daugiau, tačiau organizacijos vis dar susiduria su įvairiais sunkumais, siekdamos taikyti dirbtinį intelektą savo procesuose, todėl dirbtinio intelekto planuojamas taikomumas neretai skiriasi nuo realybės.

DI yra dalis didelių ir reikšmingų technologijų pogrupio pagal skaitmeninės transformacijos kategoriją, kuri, be to, apima mašininę mokymąsi, robotų procesų automatizavimą, giluminį mokymąsi, robotus, kognityvinę analizę ir panašiai. Tai yra algoritminės galimybės, kurios pagerina darbuotojų veiklą, automatizuoja sudėtingesnius darbo krūvius ir leidžia generuoti „kognityvinius agentus“, kurie imituoja žmogaus mintis ir įsipareigojimą (Urolime Blogs, 2022).

Organizacijos planuoja DI diegimą ne tik dėl didelio populiarėjimo, tačiau ir dėl tikimos grąžos. Dirbtinio intelekto technologija yra siejama su verslo proceso pokyčiais ir gerėjančiais rodikliais. Literatūroje kalbama apie dirbtinio intelekto ryšį su organizacijų veiklos rezultatais, tačiau nėra atlikta daug empirinių tyrimų šioms sąsajoms atskleisti. DI taikymas verslo operacijoms gali pagerinti organizacijos veiklą ir sukurti konkurencinį pranašumą. Tyrimai parodė, kad naujausios technologijos, tokios kaip DI, turi strateginių pasekmių ir gali padėti pasiekti organizacijos tikslus (McRobert, Hill, Smale, Hay, & van der Windt, 2018). DI naudojančiose organizacijose sustiprėja operacijų automatizavimas, vidiniai verslo procesai, išauga našumas, sumažėja veiklos sąnaudos, padidėja efektyvumas. Mokymosi efektas, kurį suteikia naudojant dirbtinį intelektą pasiekiamas automatizavimas taip pat gali sumažinti švaistymą ir proceso neefektyvumą. Tai taupo išlaidas ir pagerina organizacijos pelningumą (Chinonso Iwuanyanwu & Iwuanyanwu, 2021).

*AIMultiple* analitiko Cem'o Dilmegani'o atliktoje analizėje teigiama, kad 59 % vadovų tvirtai tiki, kad dirbtinio intelekto programos pagerins didelius duomenis jų įmonėse. Taip pat 54 % vadovų teigia, kad jų versle įdiegti DI sprendimai jau padidino produktyvumą. Dirbtinio intelekto technologijų poveikis verslui padidins darbo našumą iki 40 %. 80 % verslo ir technologijų lyderių teigia, kad DI didina produktyvumą ir kuria darbo vietas. 51 % vadovų teigia, kad jų pagrindinis DI tikslas yra pagerinti savo produktų savybes, funkcijas ir našumą (Cem Dilmegani, 2023a).

*KPMG* atliktoje apklausoje (Krishna, 2021), kurioje dalyvavo 950 verslo sprendimo priėmėjų, buvo nagrinėjama kaip septynių pramonės šakų verslo lyderiai suvokia dirbtinio intelekto naudojimą, kur sutelkia dėmesį naudodami dirbtinį intelektą. Apklausa buvo vykdoma technologijų, finansų, gamybos, sveikatos apsaugos, mokslų, mažmeninės prekybos ir vyriausybės sektoriuose. Apibendrinus rezultatus matoma, kad 79 % vadovų teigia, kad DI jų organizacijose veikia bent vidutiniškai, įskaitant 43 %, kurie teigia, kad DI yra visiškai funkcionalus. Didžiausias procentas yra gamybos sektoriuje, kur 93 % vadovų atsakė, kad DI yra vidutiniškai ir daugiau funkcionalus. Sparčiai augant dirbtinio intelekto taikymui, pramoninė gamyba yra lyderė tarp septynių tirtų pramonės šakų. Nors dirbtinio intelekto funkcionalumo lygis įvairiose pramonės šakose skiriasi, pramoninė gamyba buvo aukščiausia iš visų pramonės šakų. Apklausoje nustatyta, kad 61 % pramoninės gamybos verslo lyderių teigia, kad produktyvumo padidėjimas yra didžiausia galima DI

pritaikymo nauda, ir dauguma (95 %) sutinka, kad dirbtinio intelekto technologija padėtų jų įmonei veikti efektyviau. 52 % pramoninės gamybos vadovų prognozuoja, kad robotizuotų procesų automatizavimas turės didelę įtaką jų verslo produktyvumui ir mano, kad DI turės didžiausią įtaką gaminių projektavimui, kūrimui ir inžinerijai; techninės priežiūros operacijos; ir gamybos/surinkimo veiklai.

Remiantis *PwC (PricewaterhouseCoopers)* apklausa, 70 % lyderių mano, kad DI yra naudingas jų verslui. Dar apie 50 % mano, kad DI gali padidinti produktyvumą ir skatinti augimą (Rao & Verweij, 2017).

*McKinsey* pasaulinė apklausa, kurioje dalyvavo 2360 verslo vadovų iš skirtingų organizacijų, parodė, kad dirbtinio intelekto taikomųjų programų diegimas sparčiai auga – apskaičiuota, kad dirbtinio intelekto taikomųjų programų skaičius standartiniuose verslo procesuose visame pasaulyje išaugo 25 %, o daugelis organizacijų vis dažniau naudoja dirbtinį intelektą daugiau nei vienoje iš savo verslo sričių (Eager, Whittle, Smit, Cacciaguerra, & Lale-demoz, 2020).

Šiandieniniame versle didelis dėmesys skiriamas vertės klientui sukūrimui. Organizacijos, prisitaikančios prie pokyčių, yra žingsniu arčiau, siekdamos išlikti konkurencingos naujų technologijų iššūkių akivaizdoje. Per ateinančius penkerius metus dauguma įmonių tikisi reikšmingų dirbtinio intelekto pokyčių. DI pramonės ekspertų teigimu, tikrasis DI poveikis bus aiškus per ateinančius 15 metų, o tai reiškia, kad kiekvienam šių laikų verslui reikia dirbtinio intelekto plano (Urolime Blogs, 2022).

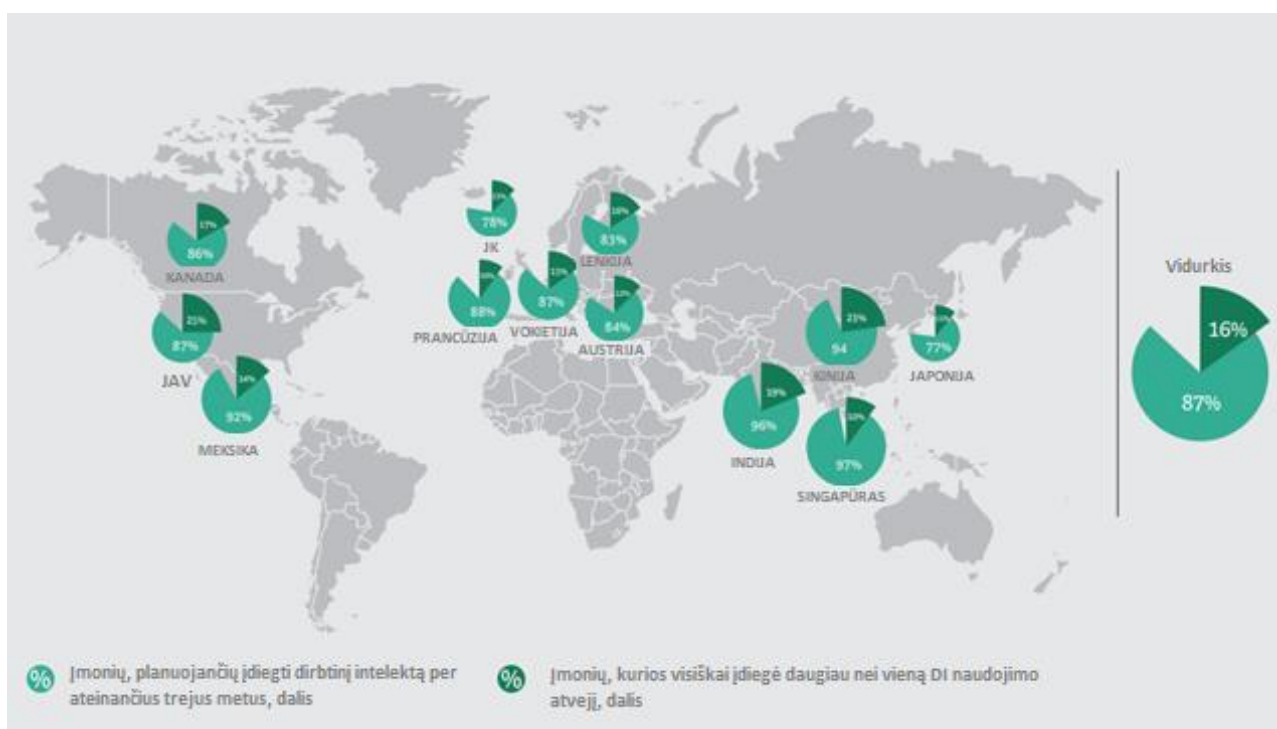
## **DI gamyboje**

Gamyba gali būti apibrėžta kaip didelio masto komponentų gamyba arba surinkimas į galutinius gaminius. Tai viena iš svarbiausių pramonės šakų pasaulio ekonomikoje, kurioje 2019 m. ji sudarė maždaug 16 % pasaulio BVP ir visame pasaulyje pagamino 13,9 trilijonus produkcijos. Vienas iš svarbiausių gamybos tikslų yra gaminti daugiau aukštos kokybės produktų minimaliomis sąnaudomis.

Visame pasaulyje ir ypač technologiškai išsivysčiusiose šalyse dirbtiniam intelektui yra skiriamas didelis dėmesys, investuojama į jo plėtrą, skatinamas jo diegimas įvairiuose sektoriuose. Gamybos sektoriuje, siekiant apibūdinti pažangias ir išmaniai kuriamas gamybos sistemas vartojamas terminas išmanioji gamyba, kuris apima visą gamybos procesą bei parodo organizacijos požiūrį į naujausias technologijas. Investicijų į išmaniają gamybą lygis sparčiai auga – daugiau nei pusė gamintojų investavo į šią veiklą bent 100 milijonų JAV dolerių (Tuptuk & Hailes, 2018). Investicijos atsiperka ir pramonė jau pradeda gauti naudos: išmanioji gamyba padėjo padidinti našumą 17–20 % ir tuo pat metu pasiekti 15–20 % kokybės augimą. Daugelis gamintojų, kurių skaičius siekia 67 % pramoninės gamybos, imasi išmanių gamyklų iniciatyvų ir remiantis Capgemini skaičiavimais, pasaulinė ekonomika išaugs nuo 500 milijonų JAV dolerių iki 1,5 trilijono JAV dolerių per ateinančius penkerius metus. Didžioji numatomo augimo dalis grindžiama daiktų interneto (*IoT*) technologijų, debesų kompiuterijos, duomenų analizės metodų, mašininio mokymosi ir dirbtinio intelekto naudojimu (Tuptuk & Hailes, 2018).

Tyrėjų teigimu, gamybos sektorius yra vienas iš sektorių, kuriuose DI yra laikomas būtina sąlyga konkurenciniam pranašumui kurti. Daugelis gamybinių kompanijų planuoja greitu metu įsidiesti dirbtinį intelektą, tačiau *BCG (Boston Consulting Group)* atliktas tyrimas (Küpper, Kuhlmann,

Köcher, Dauner, & Burggräf, 2016) parodė, kad Kinijoje, Indijoje ir Singapūre yra keliamos didžiausios ambicijos pradėti naudoti dirbtinį intelektą gamyboje. Daugelis tyrime dalyvavusių įmonių teigia, kad jos vis labiau supranta DI svarbą. Tyrime dalyvavo 12 įvairių pasaulio šalių, kuriose sparčiai vystoma gamybos pramonė. Nors organizacijos ir supranta dirbtinio intelekto svarbą, tačiau apklaustų organizacijų investicijos, planavimas ir įgyvendinimas neatitinka išsikeltų ambicijų. Žemiau paveikslėlyje (1 pav.) pateikiami apklausos rezultatai. Apklausoje dalyvių ir įmonių atstovų, buvo klausama, ar jų įmonė planuoja diegti DI ir ar jau yra įdiegtas DI naudojimo atvejis jų gamybos procesuose (Küpper ir kt., 2018). Apie 16 % įmonių jau yra įsidiegusios daugiau nei vieną DI sistemą. Apie 87 % tyrimo dalyvių teigė, kad per ateinančius trejus metus planuoja pradėti taikyti dirbtinį intelektą gamyboje, tačiau tik 28 % parengė išsamų įgyvendinimo planą. Likusiems 72 % apklausoje dalyvavusių organizacijų trūksta detaliųjų planų: 32 % išbando pasirinktus naudojimo atvejus, 27 % turi tik preliminarias idėjas, o 13 % DI neteikė prioritetų arba dar nesvarstė.



1 pav. Apklausos, apie dirbtinio intelekto diegimą, rezultatai (sudaryta autorės)

Šiuo metu gamybos sektoriuje vykstantys pokyčiai dėl savo masto ir apimties vadinami revoliucija: didelis kiekis investicijų yra nukreipiama į išmanių gamybos sistemų kūrimą, galinčių realiu laiku reaguoti į klientų poreikių pokyčius, tiekimo grandinės ir pačios gamyklos pokyčius bei jos kūrimą (Tuptuk & Hailes, 2018). Dėl tobulėjančių technologijų, augančio konkurencingumo, besikeičiančių klientų poreikių atsiranda poreikis siekti greitesnio prisitaikymo prie klientų poreikių ir rinkos pokyčių.

Gamyboje DI didžiausią vertę atneša planuojant ir atliekant pamatines gamybos operacijas. Vieni svarbiausių DI panaudojimų atvejų yra šie: pažangios, savaime optimizuojančios mašinos, kokybės defektų aptikimas, efektyvumo nuostolių prognozavimas geresniam planavimui (Küpper ir kt., 2018). DI taip pat tobulina gamybos procesus. Robotai su dirbtinio intelekto superkompiuteriais gali koordinuoti ir valdyti gamyklos mašinas, efektyviai atlikdami daugelį užduočių, kurias paprastai atliktų žmonės. Šie robotai gali rinkti duomenis tiksliau nei bet kuris asmuo, kad nuolat



gerintų savo našumą ir užtikrintų, kad visi produktai būtų pagaminti veiksmingiausiu būdu. Gamybos procese taip pat naudingas kitokio tipo DI algoritmas, kuris naudojamas greitai ir tiksliai surinkti gaminius. Vietoj to, kad žmonės gamintų atskiras dalis, o paskui jas sujungtų, išmanieji robotai gali panaudoti mašininį mokymąsi, kad sukurtų patį produktą pagal darbuotojų pateiktą projektą. Rezultatas – greitesnis gamybos laikas ir aukštesnė meistriškumo kokybė nei bet kada anksčiau (Cristea, 2022).

DI vaidina svarbų vaidmenį automatizuojant bei keičiant nusistovėjusias gamybos praktikas į naujas. Robotai, kuriuose naudojamas DI, gamybos sektoriuje padidina produktyvumą ir sumažina žmonių darbo krūvį. Tokie robotai greitai aptinka ir išsprendžia problemas, vienu prisilietimu valdo visą sistemą ir, remdamiesi gauta informacija, atlieka tikslią sprendimų analizę. Robotika, automatika ir DI kartu pagerina gamybos našumą, kokybę ir saugumą (Balamurugan ir kt., 2019).

*Daugelyje šaltinių gamybos sektoriuje dirbtinio intelekto technologijos turi didelį potencialą ir augimą. Kadangi dėl jauno technologijų amžiaus, sudėtingo ir brangaus taikymo ir kitų priežasčių globaliu mastu DI dar nėra labai plačiai naudojamos gamybos sektoriuje, todėl kyla poreikis nagrinėti baldų gamybos įmones ir pagal tai pateikti rekomendacijas nagrinėjamosioms įmonėms.*

## **1.2. Dirbtinio intelekto naudojimas Lietuvos gamybos sektoriuje**

Analizuojant dirbtinio intelekto situaciją Lietuvoje pastebėta, kad Ekonomikos ir inovacijų ministerija yra sukūrusi ir aprašiusi Lietuvos dirbtinio intelekto strategiją, kurios tikslas yra „remiantis esamais ištekliais, patirtimi ir potencialu, tapti regiono lydere, padidinti Lietuvos konkurencingumą tarp Europos Sąjungos šalių ir sėkmingai įsitraukti į pasaulinę DI ekosistemą“ (Čivilis ir kt., 2020). Kaip teigiama ataskaitoje, „Lietuvos privatus sektorius jau kurį laiką yra pažangiausių technologijų naudojimo lyderis“. Pažymima, kad Lietuvos pramonės sektorius susiduria su įvairiais sunkumais, siekiant naudoti dirbtinį intelektą savo versle: netinkamai paruošta infrastruktūra, netinkamai nustatyti pirminiai kaštai, nepakankamai išanalizuotos dirbtinio intelekto galimybės ir taip pasirenkamas netinkamas dirbtinio intelekto diegimas (Čivilis ir kt., 2020).

Privatus sektorius ilgą laiką buvo pažangių technologijų naudojimo lyderis. Gamyba yra didžiausias Lietuvos ekonomikos sektorius, iš kurio gaunama 20,4 % šalies BVP. Didžiausia problema ir iššūkis, su kuriuo susiduria Lietuvos gamybos sektorius, yra žemas darbo našumo lygis. Tam atsakingos organizacijos ieško sprendimų ir pramonės skaitmeninimas ir naujausių technologijų naudojimas yra viena iš galimybių didinti darbo našumą ir gerinti kitus įmonių rodiklius (Leichteris, Izgorodin, & Jakubavičius, 2019). Į įtakingiausių gamybos sektoriui technologijų sąrašą patenka ir DI, kartu su tokiomis technologijomis kaip automatizavimas, robotika, mechatronika, fotonika. DI gamyboje yra laikomas vienas iš dedamųjų dalių, nes be didžiųjų duomenų, be tinkamos verslo valdymo sistemos jis negalėtų atnešti didžiausios galimos naudos.

Pasak A. Paulauskaitės-Tarasevičienės, Kauno technologijos universiteto Dirbtinio intelekto centro vadovės, sričių, kurioje šiuo metu taikomas DI, yra nemažai ir jų vis daugėja. Gamyba yra įvardijama kaip vienas iš labiausiai dirbtinį intelektą naudojančių sektorių. Pramonės sektoriuje nemažai įmonių įsidedė DI sprendimus siekiant robotizuoti ir optimizuoti procesus (Paulauskaitė-Tarasevičienė, 2022). Gamybos sektorius suvaidino esminį vaidmenį dinamiškame Lietuvos ekonomikos augime. Lietuvoje pastebimas ir gamybos sektoriaus augimas. Nuo 2010 m. gamybos sektoriuje veikiančių įmonių išaugo 28 %, arba 1468 naujais verslais (Leichteris ir kt., 2019). Visa tai rodo, kad Lietuvos gamybinis sektorius yra augantis ir konkurencingas sektorius. DI strategijoje

numatoma, kad „jeigu DI sistemų integracija bus skatinama jau dabar, tai padės Lietuvos gamybos sektoriui išsaugoti konkurencingumą regioninėje ir pasaulinėje rinkoje“ (Čivilis ir kt., 2020). Dirbtinį intelektą Lietuvoje taiko apie 4,5 % įmonių. ES vidurkis siekia daugiau nei 8 proc., tad lyginant su Europos vidurkiu Lietuva atsilieka dirbtinio intelekto naudojime (Liubinavičė & Gabija Žemaitytė, 2022).

Lietuvos dirbtinio intelekto strategijoje teigiama, kad DI nauda verslui akivaizdi: didesnis darbo produktyvumas, logistikos optimizavimas, įprastų procesų automatizavimas, greitesni verslo sprendimai ir tikslesnės vartojimo rinkos prognozės (Čivilis ir kt., 2020). Gamybos sektoriui kartu su išmaniosiomis robotikos sistemomis atiteks didžiausia DI teikiamos naudos dalis.

Lietuvos oficialios statistikos portale (Oficialiosios statistikos portalas, 2021) randama informacija apie darbuotojų skaičių įmonėse, kurios taiko dirbtinį intelektą. Matoma, kad didėjant darbuotojų skaičiui, didėja ir dirbtinį intelektą taikančių įmonių skaičius. Galima daryti išvadą, kad DI yra dažniausiai naudojamas didelėse gamybos įmonėse. Beveik penktadalis įmonių Lietuvoje, kurios turi 250 ir daugiau darbuotojų, naudoja dirbtinį intelektą (žr. 2 lentelė.).

		Įmonės, naudojančios dirbtinio intelekto technologijas   proc.
		2021
Visos dirbtinio intelekto technologijos	Iš viso pagal darbuotojų skaičių	4,5
	10-49 darbuotojai	3,2
	50-249 darbuotojai	7,7
	250 ir daugiau darbuotojų	18,8

**2 pav.** 2021m. dirbtinį intelektą naudojančių įmonių skaičius

Kauno Technologijos universiteto profesorius Vidus Raudonis interviu su Žinių radiju metu įvardijo, kad Lietuvoje dirbtinis intelektas daugiausiai naudojamas sveikatos sektoriuje ir jam skiriama daugiausiai dėmesio. Pramonės sektoriuje daugiausiai dirbtinio intelekto technologijų naudojama kokybės analizei, išmaniems robotams (Skaitmeninė Karta, 2022).

*Apibendrinant dirbtinio intelekto situaciją Lietuvoje galima teigti, kad DI prognozuojama šviesi ateitis ir atsakingos organizacijos skatina dirbtinio intelekto plėtrą, rengia plėtros planus. DI taikymą gamybos procesuose skatina ir technologijų kaita, siekis išlikti konkurencingomis įmonėmis rinkoje. Tačiau Lietuvoje tik nedidelis procentas naudoja dirbtinį intelektą ir nėra informacijos apie tai, kaip dirbtinio intelekto taikymas paveikė įmonių veiklos rodiklius.*

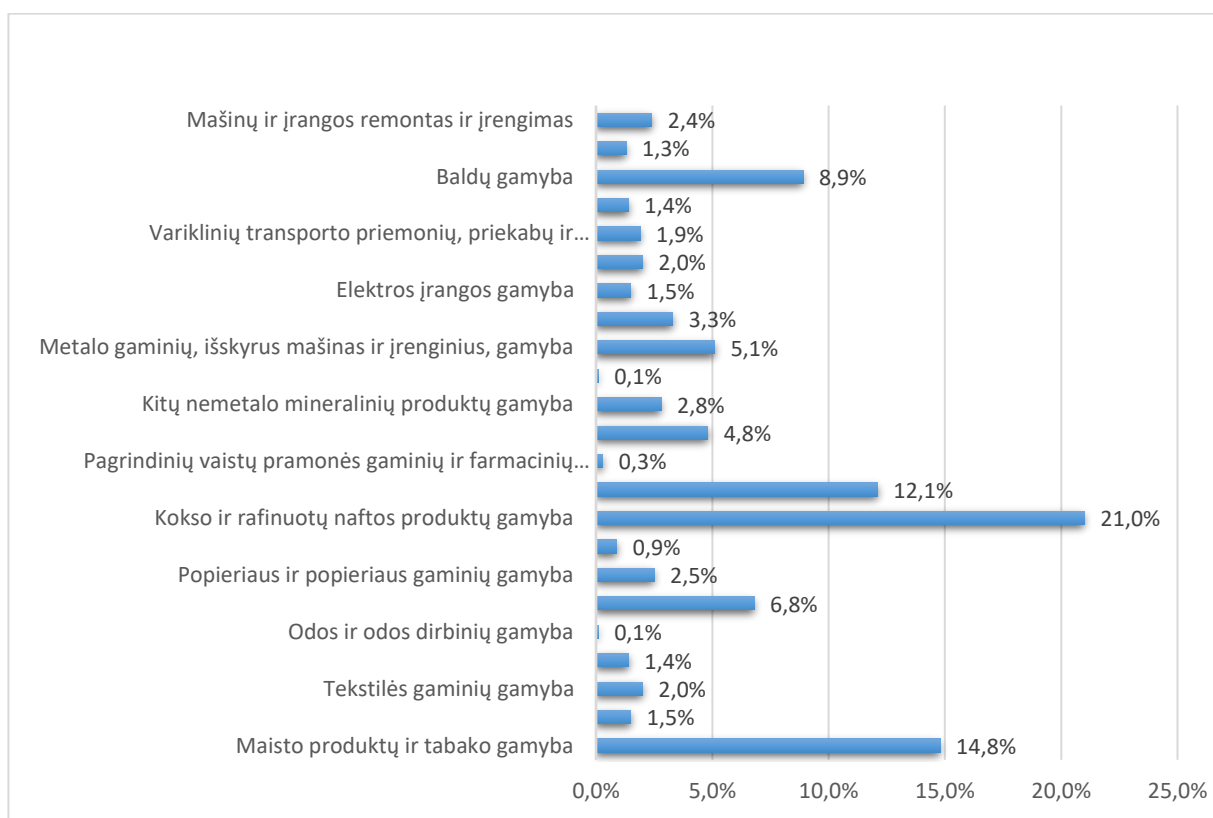
## **Lietuvos baldų gamybos sektorius**

Lietuva yra pramoninė valstybė, kurios pramonės indėlis į BVP sudaro apie 20 %. Pramoninės prekės sudaro daugiau nei 80 % Lietuvos prekių ir paslaugų eksporto (Lietuvos Respublikos Vyriausybė, 2022). Lietuvos gamybos sektorius apdirbamoji pramonė užima svarbų vaidmenį. Apdirbamosios pramonės gamybos sektoriai išvardinti žemiau ((Lietuvos pramoninkų konfederacija, 2022):

1. Maisto produktų gamyba

2. Tekstilės gaminių gamyba;
3. Drabužių siuvimas (gamyba);
4. Medienos bei medienos ir kamštinių gaminių, išskyrus baldus, gamyba; gaminių iš šiaudų pynimo medžiagų gamyba;
5. Chemikalų ir chemijos produktų gamyba;
6. Guminių ir plastikinių gaminių gamyba;
7. Kitų ne metalo mineralinių produktų gamyba;
8. Metalų gaminių, išskyrus mašinas ir įrenginius, gamyba;
9. Kompiuterinių, elektroninių ir optinių gaminių gamyba;
10. Baldų gamyba.

Visa pramonė 2022 m. sukūrė apie 23 %, o apdirbamoji pramonė – apie 19 % visos šalies sukuriamos bendrosios pridėtinės vertės (Lietuvos pramoninkų konfederacija, 2022). Analizuojant 2022 m. statistiką matoma, jog baldų pramonė yra viena iš daugiausiai pridėtinę vertę sukuriančių pramonės šakų Lietuvoje. Baldų pramonė sudaro 8,9 % visos pagaminamos apdirbamosios pramonės produkcijos (žr. 3 pav.).



**3 pav.** Lietuvos apdirbamosios pramonės struktūra pagal sukurta pramonės produkcijos kiekį 2022 m., proc. (sudaryta autorės pagal Lietuvos statistikos departamento duomenis, 2022)

Medienos (6,1 %) ir baldų pramonės (9,9 %) šakos Lietuvoje sudaro 16 % visos pramonės produkcijos (Lietuvos pramoninkų konfederacija, 2021).

Analizuojant naujausius duomenis apie Lietuvos ūkio sektorių indėlį į eksporto augimą, baldų sektorius buvo išskirtas kaip vienas didžiausių, teigiamą įtaką metiniam eksportui darančių, pramonės sektorių.

Ūkio sektoriai	2022 m. I pusm. vertė, mln. EUR	2022 m. I pusm. metinis pokytis, %	2022 m. I pusm. indėlis į augimą	2022 m. I pusm. struktūra, %
Inžinerinė pramonė	2 460,5	23,4%	5,4 p.p.	23,1%
Baldų ir medienos pramonė	2 070,5	28,5%	5,3 p.p.	19,5%
Kiti ūkio sektoriai	879,8	92,6%	4,9 p.p.	8,3%
Maisto ir gėrimų pramonė	1 519,5	28,1%	3,9 p.p.	14,3%
Žemės ūkio produktai	620,2	29,7%	1,7 p.p.	5,8%
Chemijos pramonė	1 694,0	6,0%	1,1 p.p.	15,9%
Drabužių, tekstilės ir odos pramonė	435,4	16,1%	0,7 p.p.	4,1%
Popierius ir popieriaus pramonė	216,8	26,6%	0,5 p.p.	2,0%
Atliekų surinkimas, tvarkymas ir šalinimas; medžiagų atgavimas	376,5	5,9%	0,2 p.p.	3,5%
Tabako gaminiai	356,5	-3,3%	-0,1 p.p.	3,4%
<b>Iš viso lietuviškos kilmės prekės (be energetinių produktų)</b>	<b>10 629,6</b>	<b>23,7%</b>	<b>23,7 p.p.</b>	<b>100%</b>

**4 pav.** Lietuvos ūkio sektorių indėlis į augimą 2022 m. I-ąjį pusmetį (Lietuvos statistikos departamentas ir Inovacijų agentūra skaičiavimai)

Vertinant pagal pramonės sektorius, lietuviškos kilmės prekių metiniam eksporto augimui 2022 m. I-ąjį pusmetį (žr. 4 pav.), matoma kad didžiausią teigiamą įtaką darė inžinerinė bei baldų ir medienos pramonė. Šie du sektoriai kartu sudarė beveik pusę visų lietuviškų prekių eksporto augimo. (Inovacijų agentūra, 2022).

Dar viena labai svarbi detalė Lietuvos baldų gamybos sektoriuje – gamyba baldų sektoriaus milžinui *IKEA* tinklui. Lietuva 2018m. duomenimis buvo ketvirtoje vietoje pagal daugiausiai *IKEA* pirkėjui tiekiančių šalių, daugiau produkcijos tiekia tik Lenkija, Italija ir Vokietija. Oficialioje *IKEA* svetainėje rašoma, jog Lietuva jau tapo viena pažangiausių miškininkystės ir baldų pramonės lyderių ir apie 50 įmonių gamina baldus būtent šiai organizacijai (*IKEA*, 2023).

*Apibendrinant baldų gamybos sektoriaus padėtį Lietuvoje galima teigti, kad baldų gamybos sektorius yra svarbi apdirbamosios pramonės dalis ir svarbi visos Lietuvos ekonomikos dalis. Baldų sektoriaus augimas prisideda prie visos Lietuvos ekonominio augimo. Lietuvos baldų sektoriuje labai svarbų vaidmenį užima bendradarbiavimas su *IKEA* organizacija, kuriai įvairius baldus gamina apie 50 Lietuvos baldų gamintojų.*

### 1.3. Poreikio tirti dirbtinio intelekto sąsajas su įmonių veiklos rezultatais pagrindimas

Dirbtinio intelekto panaudojimas verslo procesuose suteikia galimybę dar lengviau teikti geresnes ir greitesnes paslaugas, siekti geresnių rodiklių. DI yra aktuali ir svarbi technologija apie kurią yra kalbama įvairiuose tyrimuose ir šaltiniuose, kad DI yra ateitis ir svarbi verslo išlikimo sąlyga. Taikydami tinkamą DI technologijų derinį gamintojai gali padidinti efektyvumą, lankstumą, pagreitinti procesus ir netgi įgalinti savaiminio optimizavimo operacijas (Küpper ir kt., 2016). BCG (*Boston Consulting Group*) atlikta analizė (Küpper ir kt., 2016) parodė, kad DI gali sumažinti gamintojų konversijos išlaidas iki 20 % ir net iki 70 % sumažinti sąnaudas dėl didesnio darbo jėgos našumo.

Ieškodamos konkurencinio pranašumo, daugelis organizacijų investuoja į dirbtinio intelekto naudojimą. Tačiau, nepaisant augančio susidomėjimo dirbtiniu intelektu, daugelis organizacijų sunkiai supranta DI vertę (Fountaine, 2019). Organizacijos suvokia tai, kad tikėtinos dirbtinio

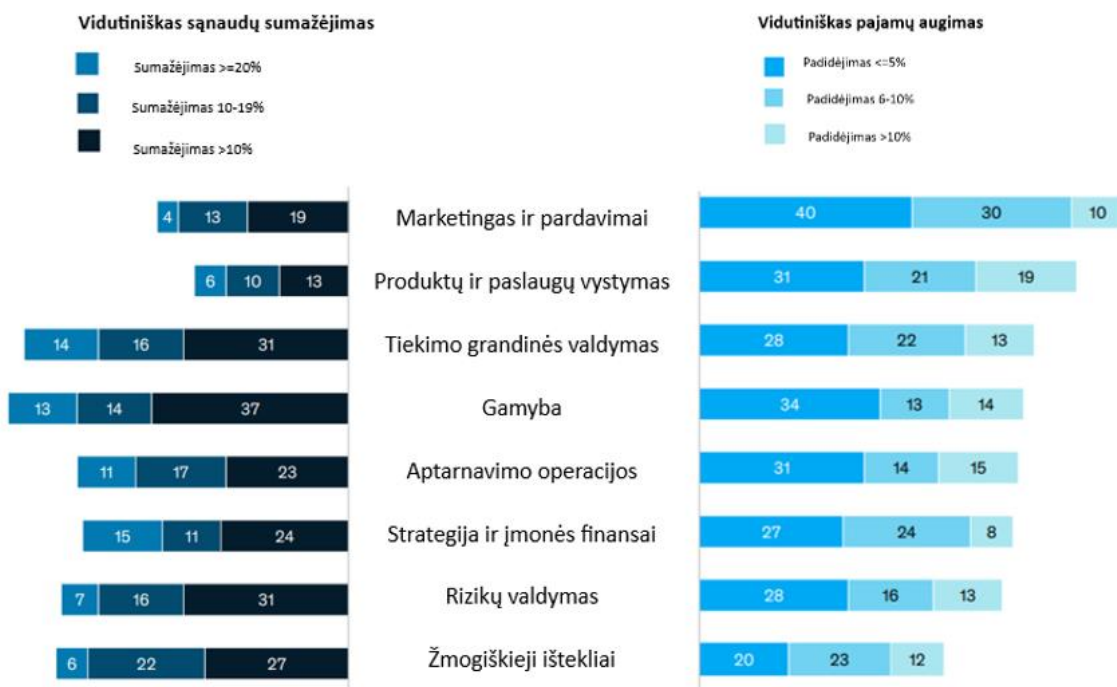
intelekto naudos gali ir nebūti, net jei organizacijos investuoja laiko, pastangų ir išteklių kuriant dirbtiniu intelektu paremtas technologines inovacijas (Makarius, Mukherjee, Fox, & Fox, 2020).

Daugelio organizacijų tikslas yra vertės kūrimas, o DI taikymas įvardijamas kaip vienas iš būdų vertės kūrimui ir konkurencinio pranašumo didinimui. Literatūroje aptinkama tyrimų, kuriais buvo siekiama nustatyti dirbtinio intelekto įtaką įmonės veiklos rezultatams. Mikalef ir Gupta (Mikalef & Gupta, 2021) atliko tyrimą „Dirbtinio intelekto pajėgumai: konceptualizavimas, matavimų kalibravimas ir empirinis jo poveikio organizacijos kūrybiškumui ir įmonės veiklai tyrimas“. Tyrimo metu buvo išanalizuotas ryšys tarp dirbtinio intelekto gebėjimų ir organizacijos kūrybiškumo ir našumo. Tyrėjai patvirtino, kad dirbtinio intelekto taikymas turi teigiamos įtakos organizacijų veiklai.

Analizuojant dirbtinio intelekto sąsajas su įmonės veiklos rezultatais *McKinsey* atliko pasaulinę DI apklausą, kurioje buvo siekiama išsiaiškinti apie išmatuojamą DI naudą. 2019 *McKinsey* pasaulinės apklausos išvados rodo, kad per metus DI naudojimas bendrai padidėjo 25 %. Dauguma vadovų, kurių įmonės pritaikė dirbtinį intelektą, praneša, kad buvo pasiektas pajamų padidėjimas tose verslo srityse, kuriose jis yra naudojamas, o 44 % teigia, kad dirbtinis intelektas sumažino išlaidas (*McKinsey Analytics*, 2019).

Analizuojant įvairius sektorius apklausoje buvo nustatyta, kad pajamų padidėjimas įdiegus dirbtinį intelektą dažniausiai nurodomas rinkodaros ir pardavimo srityse, o sąnaudos dažniausiai mažėja gamyboje. Apklausos rezultatai pateikiami 5 pav.

**Sąnaudų sumažėjimas ir pajamų padidėjimas dėl dirbtinio intelekto pritaikymo, pagal funkcijas, % respondentų**



**5 pav.** McKinsey pasaulinėje dirbtinio intelekto apklausoje dalyvavusių organizacijų pajamų augimas ir išlaidų mažėjimas pagal sektorius ((*McKinsey Analytics*, 2019), perdaryta autorės)

2019 m. apklausoje dalyvavusių atstovų buvo klausiama apie 33 DI naudojimo atvejus aštuoniose verslo funkcijose, įskaitant tai, kaip DI pritaikymas kiekvienai iš šių veiklų paveikė verslo

padalinių, kuriuose naudojamas DI, pajamas ir sąnaudas. Rezultatai rodo, kad DI teikia reikšmingą vertę įmonėms.

Apibendrinant visus naudojimo atvejus, 63 % dalyvavusių žmonių praneša apie pajamų padidėjimą dėl dirbtinio intelekto pritaikymo verslo padaliniuose, kuriuose jų įmonės naudoja dirbtinį intelektą, o respondentai iš pelningai veikiančių įmonių beveik tris kartus dažniau nei iš kitų įmonių praneša apie daugiau nei 10 % pajamų padidėjimą. Apskritai, 44 % respondentų teigia, kad verslo padaliniuose, kuriuose yra įdiegtas DI, buvo sumažintos sąnaudos dėl dirbtinio intelekto pritaikymo.

Analizuojant gamybos sektorių matoma, kad gamybos sektoriuje sąnaudų sumažėjimas yra didžiausias. 64 % respondentų praneša apie sumažėjusias gamybos sąnaudas pritaikius DI. Pajamų augimas gamybos sektoriuje yra vidutinis ir apie pajamų augimą praneša 61 % visų respondentų.

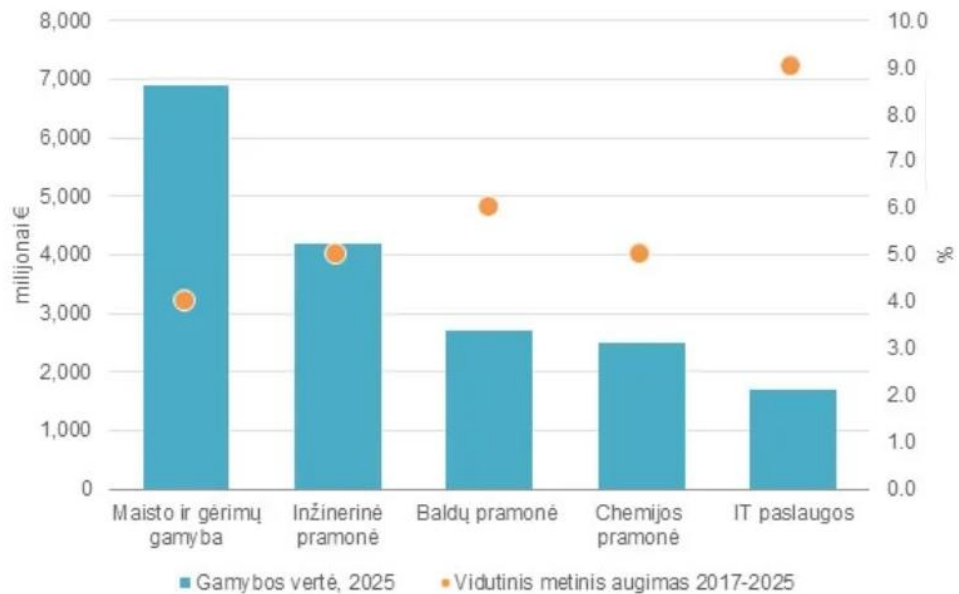
Išanalizavus įvairius šaltinius matoma, kad gamybos sektoriuje dirbtinis intelektas siejamas su įvairiais pokyčiais. Taip pat gamybos sektorius išskiriamas kaip vienas iš potencialiausių sektorių, kuriame galima pritaikyti įvairius DI metodus bei metodų kombinacijas, tokias kaip mašininis mokymasis ir mašininis regėjimas.

### **Sektoriaus pasirinkimo pagrindimas**

Pramonė Lietuvoje yra labai svarbi šaka ir turi didelę įtaką šalies ekonomikai ir augimui. Prognozuojama, jog Lietuvos ekonomika 2017–2025 metais išlaikys augimo tempą, o bendra gamybos ir paslaugų sektoriaus vertė 2025 metais sieks atitinkamai 37,7 ir 21,9 milijardo eurų. Prognozuojama, kad tokios gamybos šakos kaip inžinerinė pramonė bei baldų ir chemijos pramonė, dėl naujų produktų ir augančių eksporto mastų į Vakarų šalis augs sparčiau nei bendras gamybos sektorius (Luima, 2017).

Lietuvos baldų sektorius yra didelė ir svarbi Lietuvos ekonomikos dalis. Baldų pramonėje eksportas yra vienas sparčiausiai augančių ir didžiausių šalyje. Lietuvos baldų sektoriaus pardavimų užsienyje dalis siekia net 89 % visų sektoriaus pardavimų (Inovacijų agentūra, 2022). Baldų sektorius Lietuvoje yra siejamas su naujausiomis technologijomis, ypatingai masinėje gamyboje.

Tyrimo metu buvo siekiama analizuoti perspektyvų ir Lietuvoje gerai išvystytą sektorių, todėl buvo pasirinktas baldų gamybos sektorius. Baldų sektoriui, taip pat kaip ir IT paslaugoms (analizuojant gamybos ir paslaugų sektorius) yra prognozuojamas didžiausias metinis augimas iki 2025 metų. 6 paveikslėlyje matoma, kad gamybos vertė 2025 m. prognozuojama didžiausia maisto ir gėrimų gamyboje bei inžinerinėje pramonėje, o baldų pramonė yra trečioje vietoje, tačiau antroje vietoje pagal vidutinį metinį augimą.



**6 pav.** Svarbiausių gamybos ir paslaugų sektorių Lietuvoje prognozės 2025 metams

Taigi, atlikus Lietuvos gamybos sektorių analizę buvo pasirinkta analizuoti baldų sektorių. Taip pat pastebėta, kad pastaraisiais metais Lietuvoje buvo įrengtos kelios moderniausios baldų gamyklos, todėl atsižvelgiant ir į rodiklius galima teigti, kad Lietuvos baldų sektorius yra augantis, perspektyvus ir jame matoma daug naujausių technologijų pritaikymo galimybių.

*Literatūroje iki šiol atlikta labai nedaug tyrimų, nagrinėjančių dirbtinio intelekto taikymo sąsajas su pagrindiniais organizacijos veikos rodikliais (Mikalef & Gupta, 2021). Ir nors daugelis tyrėjų įvardija dirbtinį intelektą kaip revoliucinį technologijų rinkinį verslo pasaulyje, tačiau literatūroje daugiau nagrinėjama DI techninė pusė ir panaudojimo aspektai. Literatūroje randama nedaug tyrimų, analizuojančių dirbtinio intelekto sąsajas su organizacijų veiklos rezultatais. Sėkmingi organizacijų rezultatai ir pokyčiai, atnešę teigiamus pasikeitimus, gali padidinti dirbtinio intelekto populiarumą ir paskatinti kitas organizacijas taikyti šią technologiją, siekiant geresnių rezultatų. Suvokiant dirbtinio intelekto svarbą ir po atliktos analizės pastebėjus, kad dirbtinio intelekto taikymas įmonių veiklos rezultatuose nėra plačiai analizuotas, kyla poreikis tirti, kokia yra dirbtinio intelekto sąsaja su įmonių veiklos rezultatais. Kadangi baldų sektorius yra svarbus ne tik tarptautiniu mastu, bet ir Lietuvoje dėl savo kuriamos pridėtinės vertės Lietuvos ekonomikai, dėl investicijų į naujausias technologijas, todėl empirinio tyrimo metu buvo analizuojamos Lietuvos baldų sektoriaus įmonės ir siekiama nustatyti, kokios yra dirbtinio intelekto taikymo ir verslo rezultatų sąsajos didelėse Lietuvos baldų gamybos įmonėse.*



## 2. Dirbtinio intelekto taikymo sąsajų su veiklos rezultatais teoriniai aspektai

### 2.1. Dirbtinio intelekto teoriniai aspektai

#### 2.1.1. Dirbtinio intelekto teorinė apibrėžtis

DI technologija yra viena iš naujausių intelekto sričių tyrimų. Šiuo metu DI yra skiriama daug dėmesio, atliekama daug tyrimų, tačiau DI pagrindai susiformavo prieš tūkstančius metų. Nors tiksliai sunku nusakyti, kada ir kas yra laikoma dirbtinio intelekto pradžia, tačiau DI istorijoje akcentuojamas Dartmuto vasaros dirbtinio intelekto tyrimas (angl. *Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*). Šio tyrimo metu buvo siekiama suvienyti įvairių sričių mokslininkus ir sukurti mašinas, galinčias imituoti žmogaus intelektą (Haenlein & Kaplan, 2019). Šis kelių entuziastų suplanuotas tyrimas sujungė žmones, kurie laikomi DI kūrėjais (McCarthy, Minsky, Newell ir Simon). Šis susitikimas DI istorijoje svarbus ir tuo, kad joje buvo sukurta sąvoka DI. Šie keturi mokslininkai vėliau įkūrė tris pirmaujančius tyrimų centrus, o jų idėjos iš esmės suformavo kelią tolimesnei DI istorijai (P. Wang, 2019). Po konferencijos buvo pristatytas vienas ankstyviausių DI pavyzdžių – kompiuterinė programa *ELIZA*, kuri gebėjo imituoti pokalbį su žmogumi. Vėlesniuose dešimtmečiuose dėmesys dirbtiniam intelektui tik didėjo – dėmesys buvo skiriamas ne tik tobulinimui, tačiau ir teisiniams aspektams. Šiandieniniame pasaulyje DI naudojamas daugelyje sričių ir jo populiarumas tik auga (Haenlein & Kaplan, 2019).

DI apibrėžiamas ir kaip dirbtiniai neuroniniai tinklai, kurie yra nebiologinės smegenų neuronų tinklų imitacijos, ir šios sistemos gali išmokti atlikti analizę iš anksto neužprogramuotos konkrečiai užduočiai. Pasak Al-Imamo šios sistemos neapsiriboja modelio atpažinimu, kompiuterio matymu ir apdorojimu realiu laiku. (Al-Imam, Motyka, & Jędrzejko, 2020).

Remiantis P. Wango atlikta analize (P. Wang, 2019), nėra vieno teisingo dirbtinio intelekto apibrėžimo. Literatūros šaltiniuose dirbtinio intelekto sąvokos apibrėžiamos skirtingai. Kadangi DI neturi vieno tikslo apibrėžimo, yra svarbu išsiaiškinti, kas yra geras apibrėžimas ir kas jam būdinga. Užduotis išsirinkti tinkamiausią apibrėžimą nėra būdinga vien DI, tai svarbu ir būdinga daugelyje mokslo sričių. P. Wangas remdamasis kitais moksliniais straipsniais išskyrė keturis požymius, kuriais turi pasižymėti sąvokos apibrėžimas: panašumas į paaiškinimą, tikslumas, aiškumas, paprastumas.

Pagal šiuos keturis kriterijus DI apibrėžimas turėtų būti panašus į žodyno sąvokos paaiškinimą, tačiau turėtų būti paprastas, be dviprasmybių, skatinantis savyje kelti tikslą ir gaires. Darbinį DI apibrėžimą susiformuoja kiekvienas DI tyrinėjantis žmogus, o daugelyje straipsnių taip pat pateikiama konkrečiam straipsniui ir situacijai naudojamas ir analizuotas DI apibrėžimas (P. Wang, 2019).

Kai kurie mokslininkai akcentuoja, kad DI neturėtų būti aiškiai užprogramuotas konkrečiai intelektualiai užduočiai. Daug svarbiau yra tai, kad DI gebėtų jausti, interpretuoti, mokyti, planuoti ir veikti vienas. Kitaip sakant, DI intelektas pats turėtų sugebėti teisingai interpretuoti išorinius, iš aplinkos gaunamus duomenis, mokytis iš šių duomenų (Eriksson, Bigi, & Bonera, 2020).

Kadangi DI sulaukia vis daugiau dėmesio ir yra naudojamas daugelyje sričių, tad daugėja ir dirbtinio intelekto sąvokos apibrėžimų. Siekiant geriau suprasti ir visapusiškai išanalizuoti dirbtinio



intelekto apibrėžimą ir jo formavimąsi buvo sudaryta dirbtinio intelekto apibrėžimų lentelė (žr. 1 lentelė.). Sąraše pateikiami įvairių autorių, mokslininkų, tyrėjų suformuoti apibrėžimai.

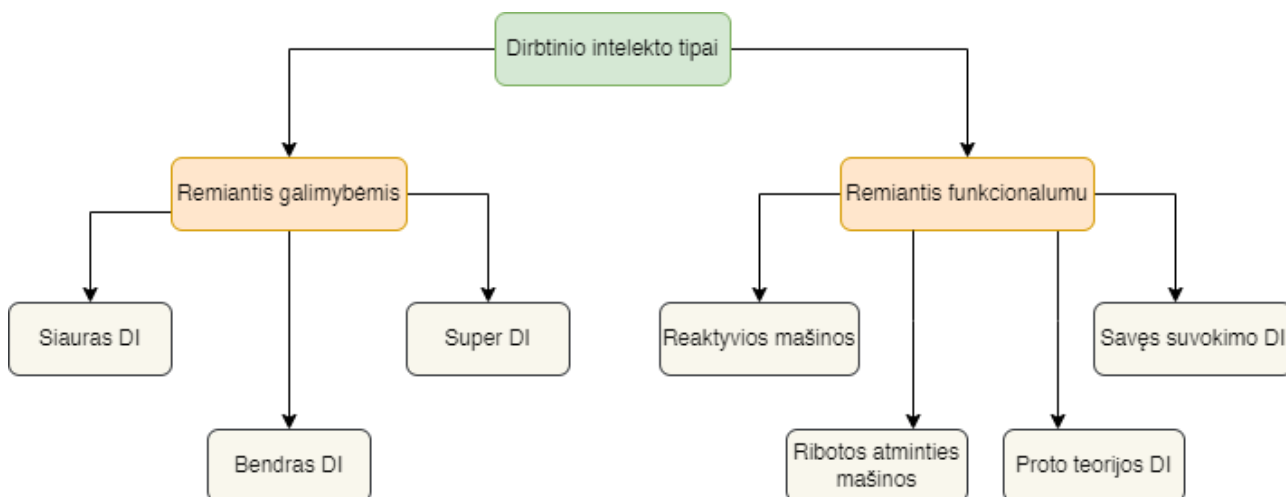
**1 lentelė.** Dirbtinio intelekto sąvokų apibrėžimai

Eil. Nr.	Apibrėžimas	Autorius, metai
1.	DI apibrėžiamas kaip platus technologijų rinkinys, kurio panaudojimas versle siejamas su organizacijos pridėtinės vertės augimu.	(Enholtm et al., 2021, p. 1).
2.	DI tai kompiuteriai ir programos, kurios jaučia, supranta, veikia ir mokosi.	(Kolbjørnsrud et al., 2017, p. 1).
3.	DI – sistemos gebėjimas teisingai interpretuoti išorinius duomenis, mokytis iš tų duomenų ir panaudoti išmoktą medžiagą lanksčiau pritaikant siekiant įgyvendinti uždavinius.	(Makarius ir kt., 2020).
4.	DI – tai sistemos gebėjimas identifikuoti, interpretuoti, daryti išvadas ir mokytis iš duomenų, kad būtų pasiekiami iš anksto numatyti organizaciniai ir visuomeniniai tikslai.	(Mikalef & Gupta, 2021)
5.	DI yra teorijos ir kompiuterinių sistemų, galinčių atlikti užduotis, kūrimas, reikalaujantis žmogaus intelekto.	(Ransbotham ir kt., 2017)
6.	DI yra kognityvinis mokslas, turintis daug mokslinių tyrimų vaizdų apdorojimo, natūralios kalbos apdorojimo, robotikos, mašininio mokymosi ir kitose srityse.	(Jay Lee, Davari, Singh, & Pandhare, 2018)
7.	DI – teorijos ir unikalios technikos, kurios naudojamos kuriant mašinas, galinčias imituoti intelektą. DI yra bendras terminas apimantis kompiuterio naudojimą intelektualiam elgesiui modeliuoti su minimalia žmonių intervencija.	(Wamba-Taguimdje, Fosso Wamba, Kala Kamdjoug, & Tchatchouang Wanko, 2020)
8.	DI yra kompiuterių mokslo šaka, kuri moksliskai tiria, kokios problemos gali būti išspręstos, kokius uždavinius galima atlikti ir kokius pasaulio ypatumus galima suprasti skaičiuojant, o tada pateikti algoritmus siekiant parodyti, kaip tai galima padaryti efektyviai, praktiškai, fiziškai ir etiškai.	(Rapaport, 2019, p. 418)
9.	DI – protingos sistemos, sukurtos naudoti duomenis, analizę ir stebėjimus tam tikroms užduotims atlikti be būtinybės būti užprogramuotam tai atlikti.	(Jaehun Lee, Suh, Roy, & Baucus, 2019)
10.	DI – algoritmu pagrįstų mašinų rinkinys, kuris yra užprogramuotas taip, kad per automatizuotus dirbtinius neuroninius tinklus galėtų savarankiškai mokytis iš duomenų ir rodyti prognozes bei intelektualų elgesį.	(Y. Wang, Xiong, & Olya, 2020)

Išanalizavus matoma, kad apibrėžimai skiriasi nuo to, kurioje srityje ir kokiame kontekste jie buvo naudojami ir kokiam tyrimui suformuluoti. Apibendrinant sąvokų analizę galima teigti, kad daugelis autorių pabrėžia, jog DI turėtų veikti su minimaliu žmogaus įsikišimu, pats mokytis iš savęs ir jam suteikiamų duomenų, taip pat atliekant analizę turėtų ir teisingai interpretuojant išorinius duomenis siekti tikslo, kuriam buvo sukurtas – pagerinti, palengvinti, pagreitinti, išspręsti, išanalizuoti bei galiausiai pateikti atsakymą.

## 2.1.2. Dirbtinio intelekto tipai ir veikimo principai

DI apibendrinamai gali būti apibūdinamas kaip intelekto operacijos, kurias atlieka tam tikros mašinos, sukurtos siekiant atkurti žmogaus smegenų galimybes per algoritmų derinius. Yra keletas DI klasifikacijų, tačiau daugelyje literatūros šaltinių išskiriamos dvi skirtingos dirbtinio intelekto kategorijos: remiantis DI galimybėmis ir remiantis DI funkcionalumu (Hassani, Silva, Unger, TajMazinani, & mac Feely, 2020). Dirbtinio intelekto klasifikacija pateikiama 7 paveikslėlyje.



7 pav. Dirbtinio intelekto tipai (sudaryta autorės)

Klasifikuojant remiantis dirbtinio intelekto galimybėmis išskiriamas Siauras DI (angl. *Narrow AI*), bendras DI (angl. *General AI*) ir super DI (angl. *Super AI*). Siauras DI iš esmės atspindi visą esamą dirbtinį intelektą. Siauras DI skirtas atlikti tam tikrą rinkinį užduočių ribotame kontekste. Jos turi siaurą pajėgumų diapazoną, todėl iš esmės skirtos įvykdyti tai, kam yra užprogramuotos. Siauras DI dar dažnai vadinamas „silpnu“ DI, nes jis nėra sąmoningas, jausmingas, jo veiksmai nėra paremti emocijomis. Galima teigti, kad šiuo metu bet koks mašinų intelektas yra siauras DI, kuris neprilygsta žmogui ir yra skirtas specifinėms užduotims (Hassani ir kt., 2020). Siauras DI yra naudojamas tokioms užduotims kaip veido atpažinimas, balso atpažinimas, automobilio vairavimas. Bendras DI (angl. *Artificial general intelligence (AGI)*) – tai DI gebėjimas mokytis, suvokti, suprasti ir veikti visiškai taip, kaip žmogus. Bendrasis DI apima gebėjimą siekti įvairių tikslų ir įgyvendinti užduotis įvairiuose kontekstuose ir aplinkose (Barrett & Baum, 2017). Dirbtinio superintelektu plėtra ir vystymas yra dirbtinio intelekto tyrimų viršūnė. Pagrindinis ASI (angl. *Artificial Superintelligence*) tikslas yra sukurti mašiną su aukštesne pažinimo funkcija nei žmogaus (Hassani ir kt., 2020).

Klasifikuojant remiantis dirbtinio intelekto funkcionalumu išskiriamos keturios kategorijos: reaktyvios mašinos (angl. *Reactive machines*), ribotos atminties mašinos (angl. *Limited memory machines*), proto teorijos DI (angl. *Theory of mind*) ir savęs suvokimo DI (angl. *Self-aware AI*). Reaktyvios mašinos yra pirmosios dirbtinio intelekto mašinos, kurios buvo primityvios. Tokios mašinos automatiškai reaguoja į ribotos įvesties duomenų rinkinį, neapima apimtimi pagrįstų operacijų ir šios mašinos negalėjo mokytis. Ribotos atminties mašinos nuo reaktyvių mašinų skiriasi tuo, kad gali mokytis iš įvestų istorinių duomenų ir pagal tai priima tolimesnius sprendimus. Daugelis dabartinių dirbtinio intelekto sistemų ir mašinų yra būtent ribotos atminties mašinos (Hassani ir kt., 2020). Tiek proto teorijos, tiek savęs pažinimo dirbtinis intelektas šiuo metu yra kūrimo etape. Proto teorijos dirbtinį intelektą turinčios mašinos gali geriau suprasti subjektus, su

kuriais sąveikauja, gali atpažinti emocijas, jausmus, mąstymą. Savęs pažinimo DI egzistuoja tik hipotetiškai ir yra dirbtinio intelekto kūrėjų ir tyrėjų tikslas. Savęs suvokimo DI turėtų savimoneę ir būtų tam tikrose srityse labiau išsivystęs ir pažengęs nei žmogus (Hassani ir kt., 2020).

### 2.1.3. Dirbtinio intelekto sistemos

Analizuojant mokslinę literatūrą matoma, kad dirbtinio intelekto technologija pasižymi įvairove, kuri siejama su skirtingomis dirbtinio intelekto rūšimis arba tipais (Saleh, 2019). Kadangi DI yra populiarėjanti technologija ir naudojama jau daugelyje sektorių, o dirbtiniu intelektu grįsti sprendimai padeda spręsti problemas susijusias su informacijos trūkumu, žmogiškaisiais apribojimais, todėl kyla poreikis detaliau nagrinėti dirbtinio intelekto technologiją ir tipus.

Yra keletas dirbtinio intelekto rūšių ir skirstymų. A. Kaplan'as ir M. Haenlein'as dirbtinį intelektą klasifikuoja į analitinį, žmogaus įkvėptą ir humanizuotą (Kaplan & Haenlein, 2019). Autoriai analizavo ir lygino šias tris sistemas su žmogaus intelektu. Šio lyginimo rezultatai atskleidžia, kokia yra šiuo metu dirbtinio intelekto pažanga ir galimybės. Lentelėje x reiškia, kad DI sistema nepasižymi tokiomis savybėmis, o požymis ✓, kad DI sistemai būdingas tam tikras požymis.

**2 lentelė.** Dirbtinio intelekto sistemų tipai (Kaplan ir Haenlein, 2019)

	Ekspertų sistemos	Analitinis DI	Žmogaus įkvėptas DI	Humanizuotas DI	Žmogaus intelektas
Pažintinis intelektas	x	✓	✓	✓	✓
Emocinis intelektas	x	x	✓	✓	✓
Socialinis intelektas	x	x	x	✓	✓
Meninė kūryba	x	x	x	x	✓
					Prižiūrimas mokymasis, neprižiūrimas mokymasis, aktyvusis mokymasis

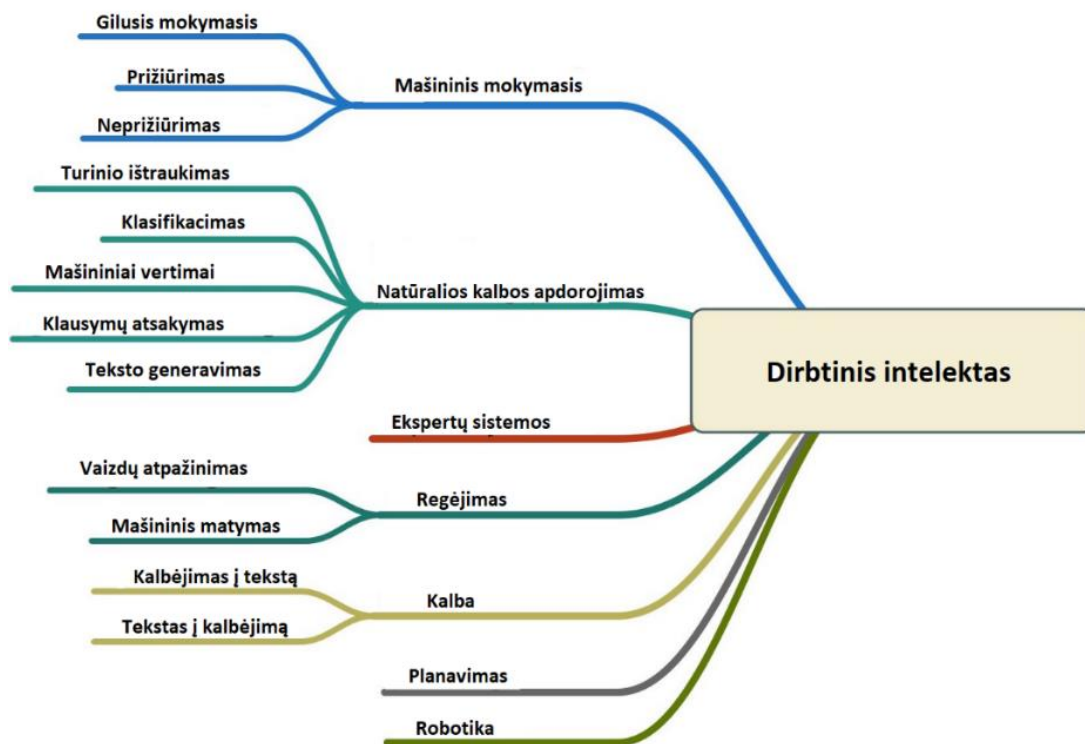
Prieš analizuojant aukščiau pateiktą lentelę svarbu apsibrėžti kuom skiriasi trys DI sistemų grupės: analitinis DI, žmogaus įkvėptas DI ir humanizuotas DI. Autorė teigia, kad eksperimentinės sistemos nelaikomos dirbtinio intelekto dalimi, nes jos apibūdinamos kaip taisyklių rinkiniai ir neturi gebėjimo mokytis. Analitinis DI turi tik kognityvinį intelektą atitinkančias savybes. Šios DI sistemos sukuria pažintinį pasaulio vaizdą ir naudoja mokymąsi, pagrįstą ankstesne patirtimi, kad galėtų priimti būsimus sprendimus. Dauguma šiandien įmonėse naudojamų dirbtinio intelekto sistemų patenka į šią grupę. Žmogaus įkvėptas DI turi kognityvinio ir emocinio intelekto elementų. Šios sistemos, be kognityvinių elementų, gali suprasti žmogaus emocijas ir atsižvelgti į jas priimant

sprendimus. Įmonės gali naudoti tokias sistemas emocijoms atpažinti bendraujant su klientais arba įdarbindamos naujus darbuotojus. Humanizuotas DI rodo visų tipų kompetencijų (t. y. pažinimo, emocinio ir socialinio intelekto) ypatybes. Tokių sistemų, kurios galėtų būti sąmoningos ir suvokti savo sąveiką su kitais, kol kas nėra. Nors padaryta pažanga atpažįstant ir imituojant žmogaus veiklą, dirbtinio intelekto sistemų, kurios iš tikrųjų iš esmės patiria pasaulį, kūrimas yra tik ateities projektas (Kaplan & Haenlein, 2019).

Analizuojant antroje lentelėje pateiktus lyginimus galima teigti, kad nors analitinis DI turi mažiausiai gebėjimų, jis yra plačiausiai naudojamas daugelyje sektorių. Įvairiuose šaltiniuose pastebima, kad įmonėse naudojamos tiek analitinio, tiek žmogaus įkvėpto, tiek humanizuoto dirbtinio intelekto sistemos, priklausomai nuo užduočių sudėtingumo ir verslo sektoriaus. Dėl sudėtingumo mažiausiai naudojamas humanizuotas DI, o daugeliui pramonės, finansų ir kitų sektorių įmonių poreikiams yra užtektingas analitinis DI, todėl dėl savo prieinamumo naudojamas dažniausiai.

#### 2.1.4. Dirbtinio intelekto metodai

Literatūroje randama įvairių dirbtinio intelekto klasifikavimų. Doshi (2020) išskiria septynis dirbtinio intelekto metodus: mašininį mokymąsi, natūralios kalbos apdorojimą, ekspertų sistemas, viziją, kalbą, planavimą ir robotiką (Doshi, 2020). Pagrindiniai ir dažniausiai sutinkami dirbtinio intelekto metodai yra mašininis mokymasis, natūralios kalbos apdorojimas, regėjimas, robotika (žr. 8 pav.).



8 pav. Dirbtinio intelekto metodai (Doshi, 2020)

Kiekvienas iš septynių dirbtinio intelekto metodų yra unikalūs, nes geba apdoroti skirtingus duomenis ir yra taikomas skirtingose sferose. Mašininis mokymasis yra metodas, kai tam tikrai sistemai apibrėžiamas tikslas, o žingsnius šiam tikslui pasiekti įgyja pati mašina treniruodamasi. Dažniausiai pateikiami tam tikri duomenys, kuriuos sistema analizuodama kuria algoritmą.

Natūralios kalbos apdorojimas apibrėžiamas kaip automatinis natūralios kalbos manipuliavimas programine įranga. Regėjimas leidžia mašinoms „matyti“, geriau suprasti išorinį pasaulį. Tam naudojamas fotoaparatas, konvertavimas iš analoginio į skaitmeninį signalą ir skaitmenis signalo apdorojimas (Doshi, 2020).

**Mašininis mokymasis** (angl. *machine learning*) – tai sistemos, kurios demonstruoja protingą elgseną ir pritaiko veiksmus pagal atliktą aplinkos analizę – su tam tikru autonomiškumu – tam tikriems tikslams pasiekti (Saleh, 2019). Mašininis mokymasis apibūdina sistemų gebėjimą mokytis iš konkrečioms problemoms būdingų mokymo duomenų, kad būtų galima automatizuoti analitinio modelio kūrimo procesą ir išspręsti susijusias užduotis (Janiesch, Zschech, & Heinrich, 2021). Mašininio mokymosi tikslas yra treniruoti mašinas remiantis pateiktais duomenimis. Dažnai mašininis mokymasis laikomas dirbtinio intelekto realizavimo technika (Jakhar & Kaur, 2020). Mašininis mokymasis leidžia dirbtinio intelekto kūrėjams efektyviau kurti intelektualias mašinas, nes atleidžia kūrėjus nuo sudėtingo duomenų aiškinimosi ir analizės. Per pastaruosius dešimtmečius atsirado daug pažangių ir sudėtingų mokymosi algoritmų, o vienas iš jų yra dirbtinių neuroninių tinklų evoliucija link vis gilesnių neuroninių tinklų architektūrų su patobulintomis mokymosi galimybėmis. Apibendrintai gilūs dirbtiniai neuroniniai tinklai vadinami gilioju mokymusi (Janiesch ir kt., 2021). Gilusis mokymasis yra mašininio mokymosi koncepcija, pagrįsta dirbtiniais neuroniniais tinklais. Tam tikrose situacijose DI jau rodo antžmogišką našumą pranokdamas žmogaus galimybės (Madani, Arnaout, Mofrad, & Arnaout, 2018).

Literatūroje pateikiami skirtingi mašininio mokymosi klasifikavimai. Daugelyje šaltinių išskiriama, kad mašininis mokymas skirstomas į tris pagrindines kategorijas: prižiūrimą, neprižiūrimą ir gilųjį mokymąsi (Padmanabhan & Premkumar, 2015, (Khan & Al-Habsi, 2020). Tam tikruose šaltiniuose mašininis mokymasis skirstomas į detalesnes penkias kategorijas: neprižiūrimą, prižiūrimą, pusiau prižiūrimą, sustiprintą ir gilųjį mokymąsi (Mukhamediev, Symagulov, Kuchin, Yakunin, & Yelis, 2021).

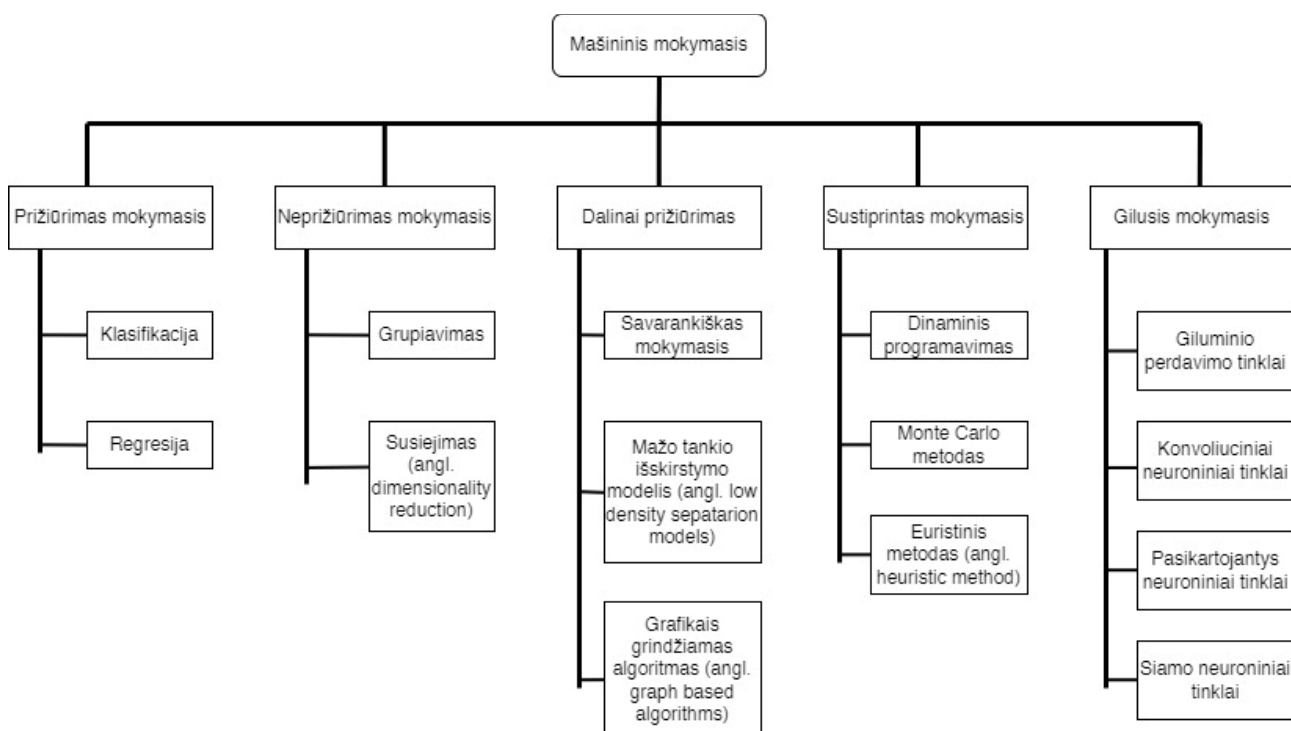
Prižiūrimas mokymasis paprastai yra mašininio mokymosi užduotis, norint išmokti funkciją, kuri pagal pavyzdines įvesties ir išvesties poras susieja įvestį su išvestimi. Jis naudoja pažymėtus mokymo duomenis ir mokymo pavyzdžių rinkinį, kad padarytų išvadą apie funkciją. Prižiūrimas mokymasis vykdomas, kai nustatomi tam tikri tikslai, kurie turi būti pasiekti naudojant tam tikrą įvesties rinkinį (Sarker, 2021). Dažniausiai prižiūrimos užduotys yra klasifikacija, kuri atskiria duomenis, ir „regresija“, kuri tvarko duomenis (Sarker, 2021).

Neprižiūrimas mokymasis analizuoja nepažymėtus duomenų rinkinius be žmogaus įsikišimo, t. y. duomenų valdomas procesas (Han, Kamber, & Pei, 2011). Tai plačiai naudojama generatyvinių ypatybių išgavimui, reikšmingų tendencijų ir struktūrų nustatymui, rezultatų grupavimui ir tyrimui. Dažniausios neprižiūrimos mokymosi užduotys yra grupavimas, tankio įvertinimas, savybių mokymasis, matmenų mažinimas, asociacijų taisyklių radimas, anomalijų aptikimas ir kt. (Sarker, 2021).

Pusiau prižiūrimą mokymąsi galima apibrėžti kaip aukščiau minėtų prižiūrimų ir neprižiūrimų metodų hibridizaciją, nes jis veikia tiek pažymėtais, tiek nepažymėtais duomenimis (Han ir kt., 2011). Taigi jis patenka tarp mokymosi „be priežiūros“ ir mokymosi „su priežiūra“. Galutinis pusiau prižiūrimo mokymosi modelio tikslas yra pateikti geresnius prognozavimo rezultatus nei tie, kurie gaunami naudojant tik pažymėtus modelio duomenis. Kai kurios taikymo sritys, kuriose

naudojamas pusiau prižiūrimas mokymasis, apima mašininį vertimą, sukčiavimo aptikimą, duomenų ženklumą ir teksto klasifikavimą (Sarker, 2021).

Dar vienas mašininio mokymosi algoritmo tipas yra stiprinamasis mokymasis. Šis tipas leidžia programinės įrangos agentams ir mašinoms automatiškai įvertinti optimalų elgesį tam tikrame kontekste ar aplinkoje, kad būtų pagerintas jo efektyvumas, t. y. aplinka pagrįstas metodas. Šio tipo tikslas yra panaudoti aplinkos aktyvistų išvalgas, siekiant padidinti atlygį arba sumažinti riziką. Tai galingas dirbtinio intelekto modelių mokymo įrankis, galintis padėti padidinti automatizavimą arba optimizuoti sudėtingų sistemų, tokių kaip robotika, autonominio vairavimo užduotys, gamyba ir tiekimo grandinės logistika, automatizavimą arba efektyvumą, tačiau nepageidautina jį naudoti sprendžiant pagrindines ar nesudėtingas problemas (Sarker, 2021).

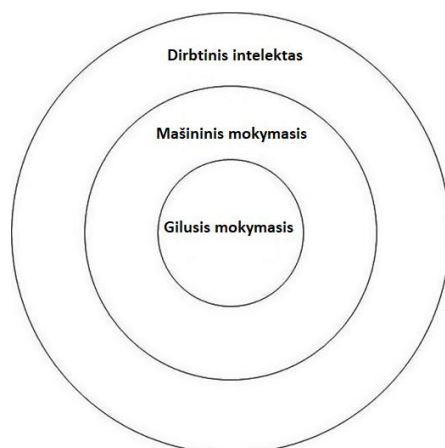


9 pav. Mašininio mokymosi kategorijos ir algoritmai (sudaryta autorės)

Mašininis mokymasis reikšmingai realizuoja potencialą, būdingą DI idėjai. Pagrindinis lūkestis, susijęs su mašiniu mokymusi, yra lanksčių, adaptyvių, mokymo ir skaičiavimo metodų realizavimas. Mašinų mokymasis (ML) yra dirbtinio intelekto metodų pogrupis, leidžiantis kompiuterių sistemoms mokytis iš ankstesnės patirties (t. y. iš duomenų stebėjimo), siekiant pagerinti savo elgesį, kad atliktų tam tikrą darbą (Mukhamediev ir kt., 2021).

Mašininis mokymasis yra vienas iš populiariausių dirbtinio intelekto metodų ir jo populiarumas vis augs. Remiantis 2023 metų Cem'o Dilmegani'o statistika (Cem Dilmegani, 2023b) mašiniui mokymuisi žadamas vis didesnis populiarėjimas. Tikimasi, kad pasaulinės mašininio mokymosi rinkose vertė paaugs nuo 8 mlrd. 2019 m. iki 117 mlrd. 2027 m. Šiuo metu DI taikomas tokiose srityse: verslo analizėje (33 %), saugume (25 %), pardavimuose ir rinkodaroje (16 %), vartotojų aptarnavime (10 %) bei kitose srityse (16 %). Pasak duomenų mokslininkų pagrindinės mašininio mokymosi taikymo vietos yra rizikų valdymas (82 %), našumo analizė ir ataskaitų teikimas (74 %), prekybos investicijų idėjų generavimas (63 %) bei automatika (61 %) (Cem Dilmegani, 2023b).

Mašininis mokymasis yra populiariausias DI metodas. Populiari dirbtinio intelekto architektūra pateikiama 10 pav. Tokia architektūra sutinkama įvairiose srityse ir gali padėti spręsti daugelį problemų.



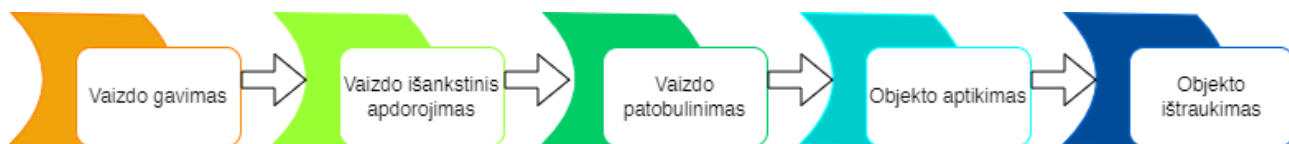
**10 pav.** Populiari dirbtinio intelekto architektūra

Kitas dirbtinio intelekto metodas yra natūralios kalbos apdorojimas (angl. *natural language processing*). Šis dirbtinio intelekto metodas geba analizuoti tekstą ir kalbą. Remiantis Saleh, natūralios kalbos apdorojimas skirstomas į turinio išgavimą, klasifikavimą, mašininį vertimą, klausimų atsakinėjimą, teksto generavimą (Saleh, 2019). Dėl pasaulinės kalbų įvairovės šis metodas yra sudėtingas ir sėkmingam veikimui reikalingi sudėtiniai algoritmai ir sudėtinga algoritmų realizacija. Nors šis dirbtinio intelekto metodas yra sudėtingas, tačiau jis yra svarbus ir vis plačiau naudojamas, nes padeda įmonėms spręsti problemas optimizuojant procesus bei sprendžiant su tekstų apdorojimu ir analize susijusias problemas.

Ekspertų sistemos (angl. *expert systems*) arba žiniomis grįstos sistemos yra programinės įrangos sistemos, kurios laikomos vienu iš pirmųjų dirbtinio intelekto pavyzdžių (Singh & Anand, 2018). Literatūroje ekspertų sistemos dažniausiai suprantamos vienu iš dviejų būdų: kaip samprotavimo linija arba kaip problemų sprendimo veikla. Ekspertų sistemos dažniausiai naudojamos ten, kur reikalingas žmogaus, kaip eksperto, gebėjimas priimti sprendimus. Ši dirbtinio intelekto rūšis yra paremta žinių baze ir priklauso nuo didelio duomenų kiekio, kuris reikalingas sėkmingam naudojimui. Siekiant geriausių rezultatų ekspertų sistemos yra naudojamos kartu su vartotojais, nes taip pasiekiamas geriausias rezultatas.

Regėjimas (angl. *vision*) yra dirbtinio intelekto metodas atsakingas už vizualaus pasaulio apdorojimą (Khan & Al-Habsi, 2020). Regėjimas naudoja vaizdų ir šablonų atvaizdus, kad rastų tinkamus sprendimus. Vaizdų atpažinimo ir apdorojimo technologija yra viena iš labiausiai naudojamų gamybos sektoriuje. Pastebima, kad teisingi šios dirbtinio intelekto rūšies naudojimo metodai sumažino išlaidas, laiką ir pastangas įvairiose inžinerinėse, mokslo ir technologijų reikalaujančiose srityse (Khan & Al-Habsi, 2020). Apskritai kompiuterinis regėjimas reiškia studijų sritį, skirtą kompiuteriams interpretuoti ir suprasti vaizdinę informaciją iš juos supančio pasaulio, pvz., vaizdus ir vaizdo įrašus. Dirbtinio intelekto sistemos, besiremiančios kompiuterine vizija, geba aptikti žmogaus emocijas, numatyti patikimo, nepatikimo ir pasitikėjimo lygius. Svarbi regėjimo šaka yra vaizdų atpažinimas (angl. *image recognition*), kurioje naudojant vaizdo kameras užfiksuoja, identifikuoja ir apdoroja aplinkos informaciją fiksuodamos įvairius objektus, žmones, aplinkos detales. Tai yra viena iš labiausiai pramonėje naudojamų technologijų.





**11 pav.** Vaizdo apdorojimo ir objekto aptikimo procesas (sudaryta autorės)

Kalbos (angl. *speech*) sistemos yra sudėtingai adaptuojamos ir naudojamos dėl galimų labai skirtingų balsų, tarimų, intonacijų ir tarmių. Dirbtinio intelekto agentai (arba kaip šnekamojoje kalboje geriau žinomi pokalbių robotai) yra paremti šia technologija. Ši technologija naudojama internetiniuose puslapiuose ir būti panaudojama aptarnavimo srityse, kalbų mokyme (Bao, 2019).

Planavimas (angl. *planning*) yra vienas iš dirbtinio intelekto metodų, kuris naudojamas tikslo pasiekimui. Planavimas apibūdinamas kaip reikalingų pasirinkimų ir veiksmų seka tikslui pasiekti. Ši technologija naudojama pramonės sektoriuose prognozuojant žaliavų poreikius, tiekimo grandinių sudarymus, prognozavimus (Marchetta & Forradellas, 2010)

Robotika (angl. *robotics*) yra dirbtinio intelekto metodas, kuriame tiriami ir realizuojami robotai, naudojantys žmogiškąjį intelektą. Tarptautinė robotų federacija (angl. *The International Federation of Robots*) robotą apibrėžia kaip automatiškai valdomą, perprogramuojamą, daugiafunkcį manipuliatorių, kuris dažniausiai skirtas naudoti pramonėje, siekiant automatizavimo. (Raj & Seamans, 2019). Platesniu lygmeniu robotai gali būti apibūdinami kaip bet kokios mašinos, kurios gali būti naudojamos sudėtingiems veiksams atlikti.

*Apibendrinant dirbtinio intelekto metodus galima teigti, kad dirbtinio intelekto metodams yra būdingas analitinis mąstymas ir gebėjimas veikti autonomiškai. Šiuo metu populiariausias ir labiausiai vystomas yra mašininio mokymosi metodas, nes išskiriamas plačiausias šios technologijos panaudojimo spektras. Dirbtinio intelekto technologija yra kasmet tobulėjanti ir siejama su teigiamu poveikiu įvairaus sektoriaus įmonėms. Dirbtinio intelekto plėtra yra tiesiogiai susijusi su jo panaudojimu įmonėse, todėl svarbu išanalizuoti, kaip DI yra naudojamas įvairiuose sektoriuose bei kokios yra jo sąsajos su įmonių rezultatais.*

### **2.1.5. Dirbtinio intelekto taikymo sritys**

Tobulėjant kompiuterių mokslui ir kompiuteriams apskritai, dirbtinio intelekto plėtra didėja. Pirmą kartą DI buvo naudojamas Jungtinių Valstijų gynybos departamente, kur pagrindinis DI sistemos panaudojimas buvo didelių duomenų kiekių rinkimas ir analizė. 1990 m. DI buvo naudojamas žaidimų pramonėje. Šie metai taip pat yra pagrindiniai dirbtinio intelekto ir jo populiarumo metai, nes DI šachmatų programinė įranga parodė, kad šachmatų žaidime ji gali laimėti prieš žmones. Po naudojimo žaidimų pramonėje DI parodė didelį potencialą ir suteikė pagrindą įvairių kitų technologinių naujovių, tokių kaip robotai ir visos kitos automatizuotos sistemos, funkcionavimui. Didėjant dirbtinio intelekto populiarumui, šiandien ši technologija dažnai naudojamas įvairiose mokslo srityse, kur sprendimų priėmimo proceso pagrindu tampa galimybė analizuoti didelius duomenų kiekius. Viena iš populiarių dirbtinio intelekto naudojimo sferų yra sveikatos priežiūra, kur DI buvo ypač pritaikoma atliekant diagnostines procedūras. Be to, DI gali būti naudojamas civilinėje inžinerijoje ir daugelyje kitų sferų verslų (Buntak et al., 2021). DI taikymo sritys nustatomos kartu su sistemos dizainu. Iš esmės DI gali būti naudojamas įvairiose automatizuotose



sistemose, tokiose kaip kompiuteriniai žaidimai, automatizuotos gamybos sistemos, ekspertų sistemos, kurios yra pagrįstos esama organizacijos žinių baze, tačiau naudojant DI tokią bazę galima efektyviai valdyti, o organizacija gali atlikti esamos informacijos analizę.

Buntak'as (2017) išskiria keturias pagrindines dirbtinio intelekto taikymo sritis: sveikatos apsauga, logistika, inžinerija ir valdybas bei verslas. Tuo tarp Roa ir Vereij išskiria detalesnes aštuonias sferas, kuriose DI naudojamas plačiausiai ir atneša didžiausią vertę – tai sveikatos apsauga, automobilių pramonė, finansų sektorius, transportas ir logistika, technologijos ir komunikacija, mažmeninė prekyba, energetika ir gamyba (Rao & Verweij, 2017).

Europos Komisija dirbtinį intelektą išskiria kaip ypač svarbų sektoriams, kurie taiko pažangias gamybos technologijas, nes tai yra didelės vertės, didelio našumo sektoriai, turintys aukštą technologinio įterpimo ir skaitmeninimo lygį. Europos komisija nurodo pramonės šakas, kurios šiuo metu įvardijamos kaip įgyvendinančios dirbtinį intelektą: aukštosios technologijos (angl. *Hightech*), automobiliai ir surinkimas, finansinės paslaugos ir telekomunikacijos, mažmeninė prekyba, kelionės, transportas ir logistika, elektros energija ir gamtinės dujos, infrastruktūra, farmacijos ir medicinos produktai, sveikatos priežiūros sistemos ir paslaugos, inžinerijos sektorius. Kai kurie pirmaujantys ekonomikos sektoriai, kalbant apie DI pritaikymą, yra finansinės paslaugos, automobilių pramonė ir surinkimas, aukštosios technologijos bei telekomunikacijos, o maždaug 30 % įmonių yra taikoma viena ar daugiau dirbtinio intelekto technologijų (Eager ir kt., 2020).

Pasaulinėje *McKinsey* apklausoje buvo apklausiami 2360 organizacijų atstovai (*McKinsey Analytics*, 2019). Apklausoje nustatyta, kuriose srityse ir kokios dirbtinio intelekto technologijos yra naudojamos. Rezultatai pateikiami 3 lentelė.

**3 lentelė.** McKinsey apklausos, apie dirbtinio intelekto taikymą įvairiuose sektoriuose, rezultatai (*McKinsey Analytics*, 2019)

<b>Industrija</b>	<b>Robotų procesų automatizavimas</b>	<b>Kompiuterinis matymas</b>	<b>Mušininis mokymasis</b>	<b>Natūralios kalbos teksto supratimas</b>	<b>Virtualūs agentai arba pokalbių sąsajos</b>	<b>Fizinė robotika</b>	<b>Natūralios kalbos supratimas</b>	<b>Natūralios kalbos generavimas</b>	<b>Autonominės transporto priemonės</b>
<b>High-Tech</b>	35%	33%	<b>54%</b>	<b>38%</b>	35%	9%	24%	22%	4%
<b>Automobilių surinkimas</b>	<b>46%</b>	<b>42%</b>	31%	28%	17%	<b>44%</b>	19%	18%	25%
<b>Telekomunikacijos</b>	30%	36%	<b>45%</b>	38%	45%	20%	23%	26%	3%

<b>Kelionės transportas logistika</b>	<b>33%</b>	26%	19%	24%	29%	10%	12%	12%	7%
<b>Finansinės paslaugos</b>	<b>36%</b>	24%	25%	28%	32%	7%	19%	16%	6%
<b>Mažmeninė prekyba</b>	21%	24%	23%	24%	<b>27%</b>	25%	18%	16%	9%
<b>Supakuotos plataus vartojimo prekės</b>	17%	14%	12%	13%	11%	<b>47%</b>	7%	7%	15%
<b>Elektros energija ir gamtinės dujos</b>	26%	31%	30%	9%	22%	22%	8%	6%	4%
<b>Sveikatos priežiūros sistemos ir paslaugos</b>	23%	32%	23%	<b>30%</b>	20%	14%	22%	16%	4%
<b>Farmacija ir medicinos produktai</b>	21%	19%	15%	10%	6%	31%	7%	8%	5%
<b>Infrastruktūra</b>	20%	17%	15%	10%	4%	14%	5%	5%	2%
<b>Profesionalios paslaugos</b>	17%	20%	22%	22%	17%	7%	12%	13%	6%

Iš 3 lentelėje pateiktų duomenų galima daryti išvadą, kad tiek dirbtinio intelekto populiarumas, tiek naudojamos technologijos labai priklauso nuo sektoriaus ir pramonės šakų. Pavyzdžiui, labiau tikėtina, kad automobilių pramonėje bus taikomos fizinių robotų, kompiuterinio matymo ir procesų automatizavimo programos. Tuo tarpu telekomunikacijų atveju dažniau bus naudojami virtualūs agentai. Apibendrinant lentelėje pateiktus duomenis galima teigti, kad autonominės transporto priemonės ir natūralios kalbos generavimas / kalbos supratimas yra rečiausiai paplitusios DI formos. Taip pat matoma, kad kai kuriuose sektoriuose labiau nei kituose, novatoriškiausi sektoriai, tokie kaip aukštųjų technologijų, automobilių surinkimas ir telekomunikacijos, yra linkę į robotų procesų automatizavimą, kompiuterinį matymą, mašininį mokymąsi, fizinę robotiką ir virtualių pokalbių agentus. Artimiausioje ateityje DI technologijų plėtros tendencija didės, nes 74 % respondentų, įdiegusių DI programą, teigia, kad jie padidins savo investicijas į DI technologijas. Pusė šių tyrimo dalyvių tikisi, kad padidins investicijas 10 % ar daugiau, o tos organizacijos, kurios

daugiau investavo į dirbtinio intelekto technologijas, teigia, kad padidins investicijas 50 % ar daugiau (Eager ir kt., 2020).

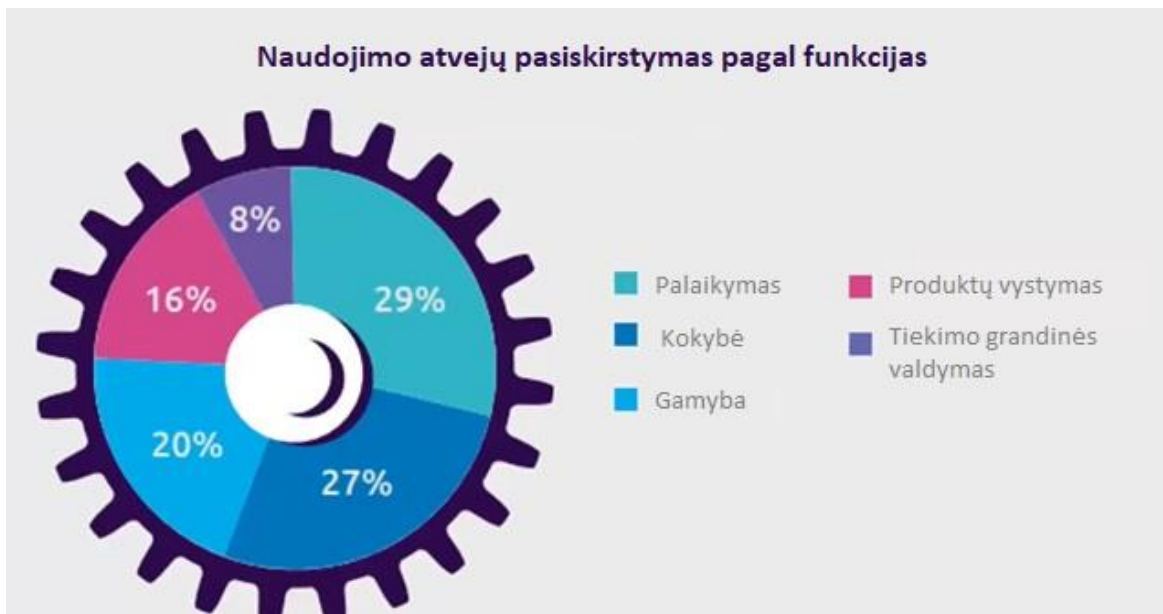
## **DI taikymas gamybos sektoriuje**

Nuo pirminio gamybos proceso iki šiandieninių automatizuotų gamybos pramonės šakų, gamybos pramonė padarė didžiulę pažangą. Per daugelį metų atradimai, pasikartojantys bandymai atvedė gamybos pramonę į ketvirtąją pramonės revoliucijos kartą (Phuyal, Bista, & Bista, 2020). Gamybos technologijos, automatizavimas ir robotika suvaidino svarbų vaidmenį keičiant gamybos procesų veikimą nuo tada, kai jie buvo pristatyti gamybos įrenginiuose (PLANETTOGETHER, 2021).

Pramonė yra pagrindinis nacionalinės ekonomikos ir tautų klestėjimo variklis, o geresni rezultatai ir didesnis efektyvumas įvairiuose pramonės sektoriuose lemia geresnę ekonomiką. Pokyčių pramonės sektoriuje greitis didėja dėl technologinių pokyčių ir globalizacijos tempo, o daugelis pramonės šakų, kurios paprastai veikė stabilesnėmis sąlygomis, norėdamos išlikti ateityje turės veikti dinamiškesnėse rinkose. Siekdamas suvaldyti dinamines sąlygas organizacijos turės ir toliau efektyviai dirbti esamose verslo srityse, kurdamos naujas sistemas, produktus ir procesus bei siekti nuolatinių naujovių (Stålberg & Fundin, 2016). Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacija (angl. *The Organization for Economic Cooperation and Development*) nuolat akcentuoja inovacijų potencialą tiek nacionaliniu, tiek įmonių lygmeniu, siekiant ilgalaikio ekonominio augimo (Hogan & Coote, 2014). Inovacijų plėtra reikalinga dėl didėjančios pasaulinės konkurencijos, sparčių technologinių pokyčių, neapibrėžtumo ir besikeičiančių klientų poreikio (Ali, Mahmood, Ikram, & Ahmad, 2020). Pasak Gunday, visos naujovės (procesų, produktų, rinkodaros ir organizacinės naujovės) turi teigiamos įtakos veiklos rezultatams (Gunday, Ulusoy, Kilic, & Alpkan, 2011). Todėl įmonės turi kurti naujus produktus, paslaugas ir procesus, kad galėtų konkuruoti nuolat kintančioje aplinkoje, o inovacijas priimti kaip gyvenimo būdą, kad organizacija taptų dominuojančia rinkoje. Tyrėjų nuomone inovacijos net turėtų būti įtrauktos į esminius organizacijos veiklos rodiklius (C. S. Long, Abdul Aziz, Kowang, & Ismail, 2015).

Naujai sukurtos gamybos pramonės šakos diegia pažangesnes išmaniausias technologijas, o bendras sistemos produktyvumas padidėjo 17–20 %. Gamybos sektoriuje organizacijos konkuruoja dėl novatoriškumo, greito reagavimo į rinkos pokyčius, pigių, patikimų ir galutinio vartotojų poreikius atitinkančių produktų kūrimo ir ši konkurencija galiausiai veda prie išmanios ir inovacijomis grindžiamos gamybos, procesų skaitmeninimo (Phuyal ir kt., 2020). Remiantis McKinsey Global Institute ataskaita, gamybos pramonė turi apie 60 % automatizavimo potencialo, o tai rodo, kad inovatyvios technologijos gali būti diegiamos gamybos sektoriuje, siekiant padidinti organizacijų pajėgumą ir našumą (Manyika, 2017).

Carlosas Garcia nagrinėtoje apklausoje (Garcia Carlos, 2021) buvo apklausiami 300 gamintojų iš viso pasaulio, siekiant nustatyti dirbtinio intelekto naudojimo sritis. Apklausa buvo atliekama keturiuose gamybos segmentuose: automobilių, industrinės gamybos, produktų gamybos ir oro bei gynybos. Nustatyta, kad dirbtinis intelektas dažniausiai naudojamas įrangos palaikymui ir kokybės užtikrinimui. Naudojant dirbtinio intelekto technologijas yra siekiama iš anksto nustatyti, kuriuose įrenginiuose gali būti gedimų ir užkirsti kelią didesniems nuostoliams. Dirbtinis intelektas taip pat naudojamas gamybos linijose, produktų vystyme ir tiekimo grandinės valdyme.



**12 pav.** DI pasiskirstymas pagal funkcijas

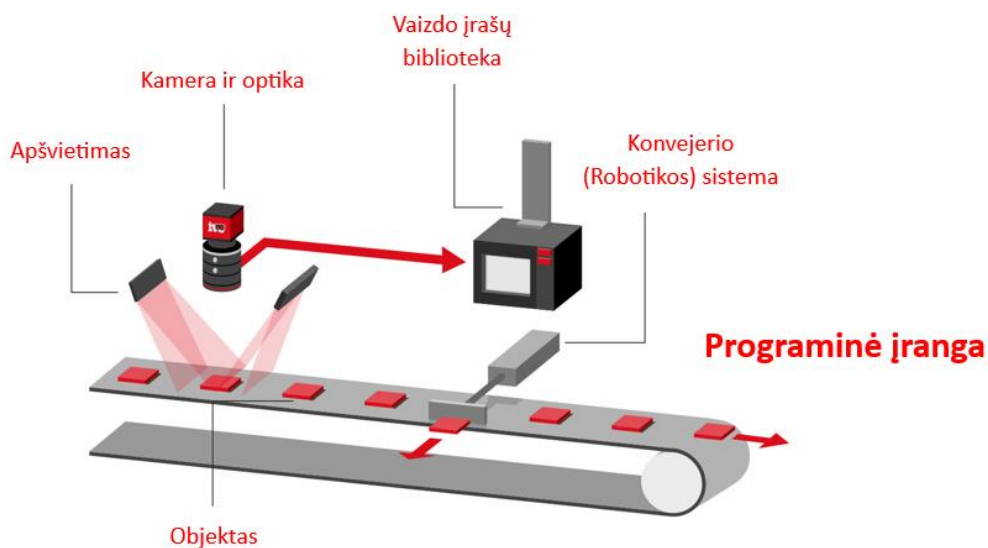
*Apibendrinant dirbtinio intelekto taikymą įvairiuose sektoriuose galima teigti, kad dirbtinis intelektas yra labiausiai naudojamas šiuose sektoriuose: sveikatos apsauga, automobilių pramonė, finansų sektorius, transportas ir logistika, technologijos ir komunikacija, mažmeninė prekyba, energetika ir gamyba. Priklausomai nuo sektoriaus, poreikio ir sprendžiamų problemų yra taikomi skirtingi dirbtinio intelekto metodai. Gamybos sektoriuje dirbtinis intelektas dažniausiai naudojamas įrangos palaikymui (įrangos defektų aptikimui), kokybės palaikymui, optimizuojant gamybos procesus.*

### **Mašininės vizijos metodas**

Mašininė vizija yra vienas iš populiariausių ir labiausiai gamyboje taikomų DI metodų. Anot Automatizuotos vaizdų gavimo asociacijos (angl. *Automated Imaging Association (AIA)*), mašininė vizija apima visas pramonines ir nepramonines programas, kuriose aparatinės ir programinės įrangos derinys suteikia įrenginiams veikimo gaires, kaip atlikti savo funkcijas, pagrįstas vaizdų fiksavimu ir apdorojimu (Cognex, 2016). Mašininės vizijos sistemos naudojamos automatizavime surinkime, įrangos priežiūroje, gaminių kokybės kontrolėje, užtikrinant procesų saugumą (Javaid Shehmir, 2023). Mašininis matymas konkrečiai reiškia kompiuterinės matymo technologijos naudojimą pramonės automatizavimo ir gamybos procesuose, kur ji naudojama gaminiams tikrinti ir analizuoti, defektams nustatyti ir robotams bei kitoms mašinoms vadovauti. Taigi mašininis matymas yra specializuota kompiuterinio matymo sritis, kurioje ypatingas dėmesys skiriamas pramoninėms reikmėms (Lutkevich, 2018).

Pagrindiniai mašinių regėjimo sistemų komponentai yra apšvietimas, objektyvas, vaizdo jutiklis, regėjimo apdorojimas ir ryšiai. Apšvietimas apšviečia dalį, kurią reikia tikrinti, taip, kad ją aiškiai matytų kamera. Objektyvas užfiksuoja vaizdą ir pateikia jį jutikliui šviesos pavidalu. Mašininio vaizdo kameros jutiklis paverčia šią šviesą skaitmeniniu vaizdu, kuris vėliau siunčiamas į procesorių analizei. Regėjimo apdorojimą sudaro algoritmai, kurie peržiūri vaizdą ir išgauna reikiamą informaciją, atlieka reikiamą patikrinimą ir priima sprendimą. Galiausiai, ryšys paprastai pasiekiamas naudojant atskirą įvesties / išvesties signalą arba duomenis, siunčiamus nuosekliai

ryšiu į įrenginį, kuris registruoja informaciją arba naudoja ją (Cognex, 2016). Standartinė mašininio regėjimo sistema ir jos komponentai pateikiami 13 pav.



13 pav. Mašininės vizijos sistema

Taigi, mašininės vizijos sistemos yra naudojamos įvairiuose sektoriuose ir yra pasitelkiamos įvairioms problemoms spręsti. Mašininės vizijos sistemos labai dažnai naudojamos gamyboje, kurioje padeda užtikrinti geresnę gaminių kokybės kontrolę, prisideda prie įrangos palaikymo, suteikia galimybę automatizuoti surinkimą.

#### 2.1.6. Išmaniosios gamyklos konceptas

Šiuolaikinė gamyba yra neatsiejama nuo išmanios gamybos (angl. *Intelligent manufacturing*). Pažangi gamyba tapo pagrindine aukštąja technologija, didinančia bendrą gamybos pramonės konkurencingumą. Išmani gamyba – tai pažangi valdymo ir sprendimų priėmimo sistema, kuri yra pagrįsta žmogaus ir mašinos bendradarbiavimu ir dažniausiai susideda iš trijų posistemių: protingo optimalaus sprendimų priėmimo, virtualaus gamybos proceso ir veikimo sąlygų atpažinimo bei savęs optimizavimo valdymo. Tokiose sistemose dažnai naudojama ir dirbtinio intelekto technologija, kuri tapo svarbia pramoninės gamybos tendencija. Išmanioji autonominio valdymo sistema daugiausia sudaryta iš trijų posistemių: intelektualaus veikimo optimizavimo, didelio našumo išmaniojo valdymo ir veikimo sąlygų atpažinimo bei savioptimizavimo valdymo. Šios išmaniosios autonominės valdymo sistemos leidžia gamyboje pasiekti tokius tikslus (Yang, Yi, Lu, Johansson, & Chai, 2021):

- autonomiškai ir protingai suvokti gamybos sąlygų pokyčius;
- nuotoliniu būdu stebėti, numatyti neįprastas veikimo sąlygas ir pašalinti kilusias problemas, kad sistema veiktų saugiai ir optimaliai;
- bendradarbiauti su kitų pramoninių procesų, sudarančių visą gamybos procesą, pažangiosiomis autonominio valdymo sistemomis, siekiant visuotinio viso gamybos proceso optimizavimo.

Tobulėjant informacinėms ir ryšių technologijoms, pramoninėms technologijoms ir valdymo technologijoms, gamybos modelis ir technologijos keičiasi ir tobulėja (Q. Li ir kt., 2018). Didelio

dėmesio sulaukia išmanūs sprendimai, leidžiantys optimizuoti, pagreitinti, patobulinti, tad gamybos sektoriuje didelę pagreitį įgauna išmanioji gamyba.

Išmanioji gamyba gali būti laikoma nauja gamybos sektoriaus paradigma, kurioje gamybos mašinos yra pilnai sujungiamos belaidžiais tinklais, stebimos jutikliais ir valdomos pažangaus skaičiavimo intelekto, siekiant pagerinti produktų kokybę, sistemos našumą ir tvarumą, kartu mažinant išlaidas (J. Wang, Ma, Zhang, Gao, & Wu, 2018). Žvelgiant į istoriją matoma, kad buvo siekiama kuo didesnio procesų automatizavimo, siekiant mažinti rankinį darbą, minimizuoti žmogaus kišimąsi į sistemas, siekiant tiek apsaugoti žmogaus sveikatą, tiek ženkliai padidinti našumą ir išvengti žmogiškųjų klaidų. Automatizavimo procesas, kuris gali būti laikomas kaip viena iš išmanios gamybos sudedamųjų dalių, apima didesnę našumą ir tikslumą, aukštesnę kokybę ir energijos taupymą (S. Li, Xu, & Zhao, 2015).

Išmaniųjų gamybos technologijų aprėptis tapo platesnė dėl įvairių technologijų sąveikos, kuri leidžia pasiekti didesnę ekonomiškumą, sutaupyti laiko. Įvairi technologijų sąveika sujungta į vieną yra lengvai konfigūruojama, leidžia greičiau reaguoti į rinkos paklausą, yra lanksti ir gali būti valdoma nuotoliu (Phuyal ir kt., 2020). 14 paveikslėlyje pateikiamos pagrindinės išmanios gamybos technologijos.



**14 pav.** Išmaniosios gamybos komponentai (Phuyal et al., 2020)

*Apibendrinant išmaniosios gamyklos konceptą galima teigti, kad kartu su tobulėjančiomis technologijomis formuojasi ir naujos sąvokos, nauji technologijų junginiai, kurie apjungdami naujausias technologijas leidžia pasiekti geriausių rezultatų. Gamybos sektorius tobulėja kartu su naujausiomis technologijomis, kurių sąveika tarpusavyje leidžia pasiekti didžiausią naudą.*

### **2.1.7. Dirbtinio intelekto taikymą įmonės procesuose įgalinantys ir stabdantys veiksniai**

Nors dirbtinis intelektas gali atnešti nemažai potencialo, tačiau įmonės susiduria su įvairiais sunkumais, siekdamos pritaikyti dirbtinį intelektą savo veikloje. Remiantis literatūra ir atliktais tyrimais, kalbant apie dirbtinį intelektą įgalinančius veiksnius ir stabdančius diegimo barjerus, yra

išskiriamos trys pagrindinės kategorijos veiksnių: technologiniai, organizaciniai ir aplinkos (Enholm ir kt., 2021).

Technologiniai įgalinantys ir apsunkinantys veiksniai skirstomi į duomenų ir infrastruktūros sunkumus bei diegimą įgalinančius veiksnius. Dirbtinio intelekto veikimas yra paremtas dideliu duomenų kiekiu. Norint sukurti aukštos kokybės DI programas, turi būti prieinami dideli mokymo duomenų kiekiai (Afiouni & Afiouni-Monla, 2019). Dažnas iššūkis organizacijoms, besidiegiančioms DI, yra mokymosi duomenų trūkumas (Baier, Seebacher, & paper Baier, 2019). Ir atvirkščiai, kai pateikiamas duomenų prisotinimas ir platesnė duomenų įvairovė yra praplečiamos modelio galimybės ir padidinamas tikslumas (H. Wang, Huang, & Zhang, 2019). Duomenų kiekis yra ne vienintelė svarbi sąlyga, nes duomenų kokybė vaidina taip pat svarbų vaidmenį sėkmingame diegimo procese. „Šiuokšlių įvežimas, išvežimas“ yra pagrindinis dirbtinio intelekto principas, reiškiantis, kad jei duomenų kokybė bus žema, tai ir generuojamos dirbtinio intelekto išvalgos ir veikimas bus žemos kokybės bei, dažnu atveju, nenaudingas (Jaehun Lee ir kt., 2019). Dažna problema, susijusi su duomenų kokybe, yra neišsamūs duomenys, neteisingi įrašai ir triukšmingos funkcijos (Baier ir kt., 2019). Svarbus kokybės aspektas taip pat susijęs su duomenų, kurie nėra šališki ir kurie atitinka atsakingus ir patikimus principus, naudojimu. Kadangi atpažinti duomenų sukeltus diegimo iššūkius gali būti sudėtinga, todėl didžiųjų duomenų analitikai, mokslininkai ir ekspertai turi glaudžiai bendradarbiauti, kad būtų laiku nustatytos duomenų problemos ir diegimas vykdomas sėkmingai (Baier ir kt., 2019).

Infrastruktūros sunkumai ir iššūkiai diegimo procese taip pat yra svarbūs ir jiems skiriamas didelis dėmesys. Tinkamas infrastruktūros paruošimas dirbtinio intelekto diegimui apima skaičiavimo galios infrastruktūrą, algoritmus ir didžiuosius duomenis. Kadangi algoritmai gali būti sudėtingi ir jiems reikalingas didelis duomenų kiekio apdorojimas, tam gali prireikti didžiulės skaičiavimo galios (Wamba-Taguimdje ir kt., 2020). Kadangi fiziškai (gamykloje) daugeliui organizacijų yra neįmanoma turėti šių išteklių, tam daugelis įmonių turi prieigą prie debesų saugyklos ir naudoja sprendimus, suderinamus su debesų technologijomis (Schmidt, Zimmermann, Moehring, & Keller, 2020).

Organizaciniai veiksniai skirstomi į kultūrinius, aukščiausios vadovybės palaikymo, darbuotojų pasitikėjimo DI bei DI strategijos pasirinkimo ir suderinamumo. Tyrimuose teigiama, kad organizacijos kultūra yra stipri jėga priimant sprendimą diegti dirbtinį intelektą (Mikalef & Gupta, 2021). DI gali būti vertinama kaip novatoriška technologija, keičianti įmonės verslo modelį ir procesus, todėl organizacijos darbuotojai turi sugebėti reaguoti į šį pokytį (Pumplun, Tauchert, & Heidt, 2019). Organizacijoms, turinčioms darbuotojus, kurie nuolat nori mokytis ir kurti naujoves, bus lengviau diegti dirbtinį intelektą ir naudoti su juo susijusias programas ir įrenginius (Jaehun Lee ir kt., 2019). Organizacijos, turinčios novatorišką kultūrą, inovacijoms atvirus darbuotojus gali turėti palankesnes sąlygas dirbtinio intelekto diegimui (Mikalef & Gupta, 2021). Aukščiausios vadovybės palaikymas yra vienas iš stipresnių faktorių, galinčių lemti dirbtinio intelekto pritaikymą organizacijoje. Aukščiausio lygio vadovai yra vienas iš kultūros kūrimo elementų, tačiau bendras vadovų požiūris į inovacijas ir dirbtinį intelektą prisideda ne tik prie kultūros kūrimo, bet ir atitinkamai paskirstę lėšas ir išteklius vadovai gali paskatinti DI diegimą (Alsheibani, Messom, Cheung, & Alhosni, 2020). Organizacijoms taip pat svarbus suprasti, kad DI diegimas ir palaikymas reikalauja tam tikrų vartotojų tobulinimosi, reikalauja darbuotojų, turinčių techninių įgūdžių ir galinčių kurti, diegti bei prižiūrėti tokias sistemas (Enholm ir kt., 2021). Labai svarbus ir bendras darbuotojų požiūris, nes tai, kaip žiūrima į inovacijas, koks sukuriamas ryšys ir pasitikėjimas

inovatyviomis technologijomis, gali nulemti, koks bus galutinis inovacijų diegimo rezultatas. Esamų technologijų suderinamumas su naujai diegiamomis technologijomis taip pat yra labai svarbus. Reikėtų aiškiai apibrėžti DI diegimo strategiją, verslo problemą, kuri bus sprendžiama įdiegus šią naujovę, apibrėžti, kokie rezultatai tikėtini. Taigi tiek esamos technologijos, tiek esami verslo procesai turi būti paruošti ir pritaikyti prie kuriamų naujovių, siekiant sėkmingo diegimo (Pumplun ir kt., 2019).

Aplinkos įgalinantys ir stabdantys veiksniai skirstomi į moralinius ir etinius aspektus, nuostatus ir įstatymus bei aplinkos (konkurencinio) spaudimo aspektus. Organizacijos veikia dinamiškoje aplinkoje, todėl tokie veiksniai kaip vyriausybės sprendimai, etinės normos ir įvairūs kiti aspektai daro įtaką verslo vystymuisi. Organizacija turi užtikrinti, kad DI sistemos bus kuriamos ir prižiūrimos remiantis etiniais principais. DI etika yra apibrėžiama kaip „vertybių, principų ir metodų rinkinys, kuriame naudojami plačiai pripažinti teisingumo ir neteisingumo standartai, kuriais vadovaujamosi moraliniam elgesiui kuriant ir naudojant DI technologijas“ (Alsheibani ir kt., 2020). Organizacijoms, siekiančioms diegti dirbtinį intelektą, reikėtų atkreipti dėmesį į vyriausybės nuostatus bei galiojančius įstatymus, nes tai gali sukelti papildomų sunkumų ir apsunkinti diegimo procesą (Baier ir kt., 2019).

Aplinkos spaudimas skatina organizacijas kurti konkurencinį pranašumą, skatina imtis greitų veiksmų ir priimti informacinių technologijų naujoves, siekiant neatsilikti ir neprarasti konkurencinio pranašumo (Alsheibani ir kt., 2020). Konkurencinis spaudimas gali būti vienas iš veiksnių, skatinančių organizacijas diegti naujausias technologijas, kuriose naudojamas DI. Dar vienas iš veiksnių yra tai, kad klientai nori greito ir efektyvaus bei individualizuoto sprendimo, kas skatina organizacijas ieškoti greitesnių ir efektyvesnių sprendimų, siekiant kurti individualizuotus sprendimus, o DI yra viena iš tam tinkančių ir naudojamų technologijų (Pumplun ir kt., 2019).

## **2.2. Dirbtinio intelekto taikymo svarba įmonės veiklos rezultatams**

### **2.2.1. Įmonių veiklos rezultatų vertinimas**

Sėkmingos įmonės yra pagrindinė besivystančių šalių sudedamoji dalis, todėl daugelis ekonomistų jas laiko panašiomis į variklį, lemiantį šalių ekonominę, socialinę ir politinę vystymąsi. Kad išgyventų konkurencingoje verslo aplinkoje kiekviena įmonė turi veikti rezultatyviai (Taouab Zineb Issor, 2019). Siekdamas išlikti konkurencingomis daugelis įmonių siekia pagerinti savo veiklą visais įmanomais būdais. Vienas iš sėkmės faktorių yra tai, kad įmonės stengiasi kurti naujoves, siekti didesnio našumo ir jį išlaikyti (Taouab Zineb Issor, 2019).

Įmonės veiklos vertinimo procesas yra gyvybiškai svarbus sprendimų priėmimo procesui. Kaip parašyta *Orau.gov* vadove, „jūs negalite kontroliuoti to, ko negalite išmatuoti, ir negalite pakeisti to, ko negalite kontroliuoti“.

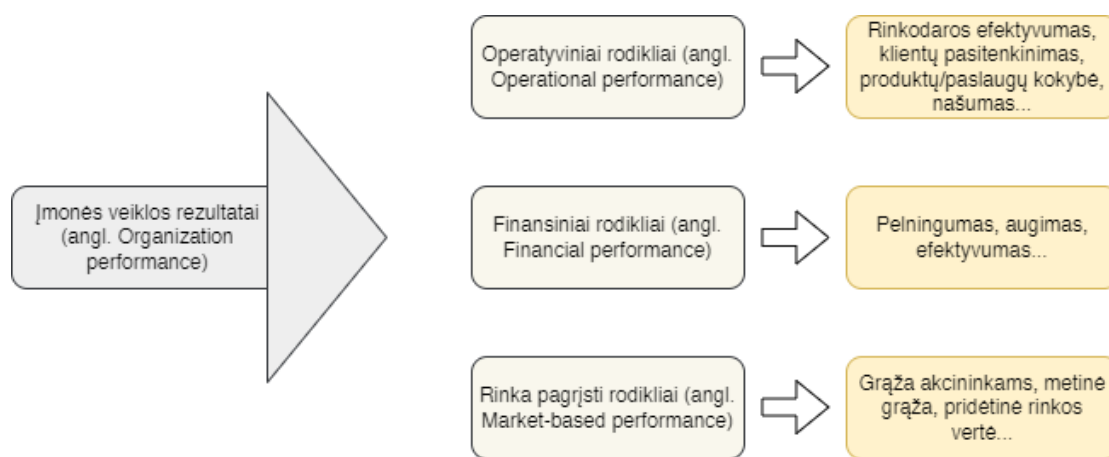
Siekiant analizuoti, matuoti ir stebėti įmonių veiklos rezultatus gali būti pasitelkiami įvairūs metodai. Metodai ir konkretūs rodikliai yra pasirenkami pagal įmonės sektorių, norimus fiksuoti ir stebėti rodiklius. Įmonės veiklos rezultatai gali būti stebimi sudarant biudžetą, sukuriant pagrindinių veiklos rodiklių sistemą (KPI), taip pat gali būti naudojamas šešių sigmų (angl. *Six Sigma*) metodas, našumo informacijų suvestinės, CRM (ryšių su klientais valdymas), žmonių veiklos įvertinimai ir kiti įmonėms tinkamiausi metodai (Champion, 2015).



Įmonės veiklos rodikliai – tai iš įvairių šaltinių paimtų kiekybiškai įvertinamų metrikų rinkinys, kuris kartu su tinkamu analitiniu procesu leidžia įmonės vadovybei sekti ir įvertinti esamą konkretaus verslo, projekto ar proceso būklę. Įmonės veiklos rodikliai gali būti lyginami su iš anksto nustatytais tikslais ir uždaviniais arba sudaryti iš subalansuotos rezultatų lentelės, kuri įvertina finansinius ar nefinansinius rezultatus keturiuose pagrindinėse finansų, mokymosi / augimo, vidinių procesų ir kliento srityse, dalį. Verslo veiklos rodikliai taip pat gali būti žinomi kaip organizacijos veiklos rezultatai, rezultatai arba pagrindiniai sėkmės rodikliai ir yra glaudžiai susiję su pagrindiniais organizacijos veiklos rodikliais (KPI) (Champion, 2015). Pagrindiniai veiklos rodikliai padeda organizacijoms užtikrinti, kad tikslai būtų konkretūs, išmatuojami, pasiekiami, susiję su organizacijos misija ir laiku (SMART) (Chinonso Iwuanyanwu & Iwuanyanwu, 2021).

Pagrindiniai veiklos rodikliai reiškia kiekybiškai įvertinamų matavimų rinkinį, naudojamą bendrai ilgalaikiai įmonės veiklai įvertinti. Pagrindiniai veiklos rodikliai konkrečiai padeda nustatyti įmonės strateginius, finansinius ir veiklos pasiekimus, ypač lyginant su kitų to paties sektoriaus įmonių pasiekimais (Twin, 2022). Dažniausiai pagrindiniai veiklos rodikliai yra skirstomi į keturias kategorijas: strateginiai, veiklos, funkciniai ir pirmaujantys.

Įmonės veikla, arba įmonės veiklos rezultatai (angl. *Organizational performance*) tapo svarbia strateginio valdymo tyrimų sąvoka ir dažnai naudojama kaip priklausomas kintamasis, tačiau nėra sutariama dėl vienos bendros sąvokos apibrėžimo ir matavimo. Remiantis literatūros apžvalga bei atliekamais tyrimais, dažniausiai naudojami įmonės veiklos rodikliai yra finansiniai arba apskaitos rezultatai, veiklos našumo rezultatai ir rinka grindžiami rodikliai (Asghar Afshar Jahanshahi, 2012) (žr. 15 pav.).



**15 pav.** Labiausiai paplitę organizacijų veiklos rodiklių tipai (Asghar Afshar Jahanshahi, 2012)

Finansiniai rezultatai paprastai vertinami remiantis apskaitos priemonėmis, tokiomis kaip pelningumo rodikliai, rinkomis priemonėmis, tokiomis kaip akcijų rinkos grąža. Pagrindiniai rodikliai, kuriais matuojami įmonės finansiniai rezultatai gali būti pelningumas, augimas, pinigų srutai, efektyvumas. (Asghar Afshar Jahanshahi, 2012).

Rinka grindžiami veiklos rodikliai (angl. *Market-based performance*) pasižymi perspektyviais aspektais ir atspindi akcininkų lūkesčius dėl būsimos įmonės veiklos (Bawa, 2019). Pagrindiniai rodikliai, kuriais matuojami rodikliai, yra akcijos kaina ir pelnas vienai akcijai. Pagrindinė rinkos priemonių prielaida yra pagrįsta rinkos efektyvumu, pagal kurį akcijų kaina yra pagrindinė įmonės

vertė. Rinka pagrįstų veiklos rodiklių naudojimo teorinis pagrindas yra tas, kad jie tiksliau atspindi įmonės finansinius rodiklius, palyginti su apskaita pagrįstais rodikliais (Bawa, 2019).

Operatyviniai rodikliai (angl. *Operational performance*) yra viena iš įmonės veiklos rezultatų matavimo sudedamųjų dalių. Operatyviniai rodikliai dažnai siejami su įmonės našumu. Yra du veiklos našumo tipai: laiko ir sąnaudų pagrindu. Pagrindinis veiklos tikslas yra padidinti efektyvumą ir sumažinti išlaidas pagal skirtingus parametrus (Modgil & Sharma, 2017). Kalbant apie gamybinės įmonės, veiklos našumo rodiklis yra vienas iš esminių ir labiausiai atspindintis įmonės veiklos rezultatus. Gamybinėse įmonėse veiklos našumas reiškia gamybos įmonės pajėgumą gaminti ir pristatyti produktus (Govindan, Palaniappan, Zhu, & Kannan, 2012). Veiklos našumą galima išmatuoti pagal padidėjusį laiku pristatytų prekių kiekį, sumažėjusį atsargų kiekį, sumažėjusį atliekų kiekį, išaugusią gaminių kokybę, pagerėjusį pajėgumų panaudojimą, ekonomiškai efektyvias operacijas ir produkto naujoves (Govindan ir kt., 2012; Green, Alpaslan, & Mitroff, 2010; Prajogo, Huo, & Han, 2012).

Kiekvienai iš rodiklių grupių (finansiniai, operatyviniai ir rinka grindžiami rodikliai) galima priskirti pagrindinius veiklos indeksus, kuriuos įvertinant galima atlikti įmonės veiklos analizę.

*Apibendrinant galima teigti, kad yra įvairių metodų įmonių rezultatams sekti ir analizuoti. Apibendrinant literatūros analizę matoma, kad įmonės veiklos rodiklius galima skirstyti į keturias grupes: finansiniai, operatyviniai ir rinka grindžiami veiklos rodikliai. Kiekvienai rodiklių grupei, norint išmatuoti konkrečius įmonės rezultatus, galima išsiskirti pagrindinius veiklos rodiklius (KPI) ir taip suskirstant rodiklius į grupes stebėti atskirų rodiklių grupių rezultatus bei iš to daryti norimas analizes.*

### **2.2.2. Dirbtinio intelekto taikymo poveikiai įmonių veiklos rezultatams**

Daugelis organizacijų naudoja dirbtinį intelektą, siekdamos pagerinti savo veiklą įvairiose srityse. Šiuo metu dirbtinio intelekto pritaikymas verslui yra mažai paplitęs, tačiau sparčiai auga. Pastebima, kad dirbtinio intelekto technologija nuolat integruojasi į kasdienį verslo naudojimą: nuo kasdienės darbo eigos valdymo iki tendencijų numatymo ir nuo klientų aptarnavimo iki dinamiško kainų optimizavimo. Taigi, DI versle naudojamas labai įvairiai. DI taip pat siūlo novatoriškas verslo galimybes. Dirbtinio intelekto technologijos yra labai svarbios kuriant naujoves, kuriant naujus verslo modelius ir keičiant verslo veiklos būdus (Akerkar, 2019).

Apskritai, dirbtinio intelekto technologijos gali padėti pagerinti greitį, lankstumą, pritaikymą, mastelį, naujoves ir sprendimų priėmimą (Borges, Laurindo, Spínola, Gonçalves, & Mattos, 2021). Be to, įmonės gali gauti naudos iš dirbtinio intelekto naudojimo kuriant vertę skirtingose verslo dimensijose: procesų automatizavimas; įgyti duomenų išvalga sprendimų priėmimui; klientų ir darbuotojų įtraukimas; naujų produktų ir paslaugų kūrimas ir pristatymas automatizavimas, priėmimas, įtraukimas.

Remiantis Roa ir Verweij (2017) atliktu tyrimu numatoma, kad 2030 m. pasaulinis BVP padidės iki 14 % dėl spartėjančio dirbtinio intelekto plėtros ir įsisavinimo – tai prilygs papildomiems 15,7 trilijonams USD.

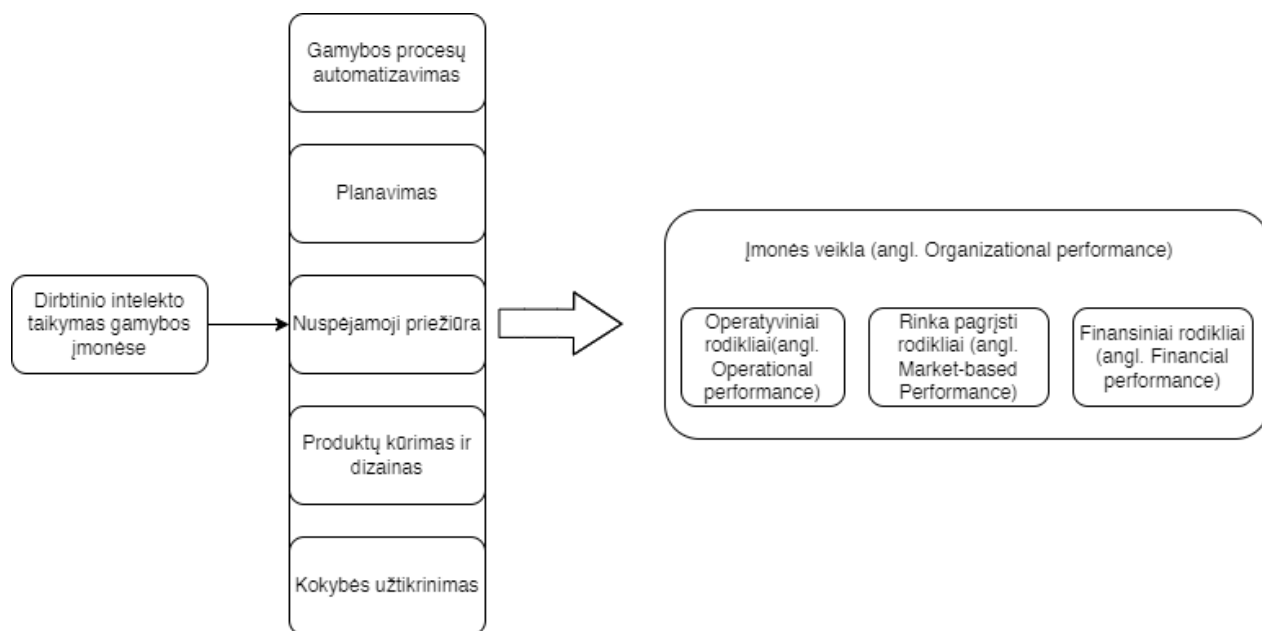
Siekiant išanalizuoti dirbtinio intelekto taikymo sąsajas su įmonių veiklų rezultatais reikėtų tai daryti kiekviename sektoriuje atskirai. Sveikatos sektoriuje įmonės turi galimybę suteikti greitesnę

ir tikslesnę diagnozę, sėkmingesnę individualizuotą gydymą, pasiekti bendrą didesnę prietaisų tikslumą ir pasiekti geresnius klientų sveikatos rodiklius. Automobilių pramonėje veikiančios įmonės, pradėjusios naudoti dirbtinį intelektą, gali pasiekti savarankišką automobilio priežiūrą, mažesnę savikainą, suteikti didesnę komfortą ir saugumą vairuotojams ir dar daugelį kartu su dirbtinio intelekto tobulėjimu gerėjančių rezultatų. Finansų sektoriaus įmonėms DI leidžia pasiekti aukštesnius rezultatus personalizuotų finansų planavime, sutaupyti laiko prisitaikant prie vartotojų poreikių ir taip pasiekti geresnius įvairius finansinius ir nefinansinius rezultatus. Technologijų, komunikacijos ir pramogų sektoriuje dirbtinio intelekto taikymas suteikia galimybę greičiau ir pigiau pateikti vartotojui individualizuotą turinio kūrimą, personalizuotą reklamą. Organizacijos tiekiančios paslaugas šiame sektoriuje sutaupo lėšų, žmogiškųjų resursų, padidina pajamų generavimą, kuris susijęs su tikslesniu ir labiau personalizuotu paslaugų suteikimu. Gamybos sektoriuje DI įmonėms suteikia galimybę turėti patobulintą gamybos proceso stebėjimą ir automatinę korekciją, tiekimo grandinės ir gamybos linijos automatizavimą, bei galimybę pasiūlyti klientams labiau personalizuotus sprendimus. Tai organizacijoms leidžia padidinti našumą, sumažinti vieneto savikainą, didinti gamybos kokybę. Energetikos sektoriuje organizacijos gali pasiekti geresnius rezultatus suteikiant efektyvesnę ir nuoseklesnę atsinaujinančios energijos tiekimą tokiose srityse kaip geresnis vėjo energijos prognozavimas ir optimizavimas. Taip pat, kadangi sumažinama paslaugų kaina, galima pasiekti didesnę klientų skaičių ir augančias pajamas. Transporto ir logistikos srityje taikant dirbtinį intelektą galima pasiekti autonominių krovinių pervežimą ir pristatymą, taip sumažinant išlaidas, pasiekti geresnę eismo kontrolę sumažinant spūstis ir padidinti klientų saugumą ir pasitikėjimą. Dirbintis intelektas suteikia galimybę išbandyti įvairius pavojingus eismo scenarijus ir situacijas virtualioje realybėje, sukuriant kuo panašesnę į realią situaciją. Pagrindiniai įmonių rodikliai, kuriuos gali pagerinti DI yra sumažėjusios išlaidos, didesnis klientų pasitenkinimas, augantis saugumas. (Rao & Verweij, 2017).

Literatūros šaltiniuose pateikiama įvairių dirbtinio intelekto taikymų gamybos įmonėse klasifikavimų. Apibendrinant galima teigti, kad gamybos sektoriuje pagrindinės sritys, kuriose yra taikymas DI ir kur prognozuojamas didžiausias taikymo augimas yra gamybos procesų automatizavimas, logistika, įrangos nuspėjamoji priežiūra, produktų kūrimas ir dizainas bei kokybės užtikrinimas (Kolenikova Irina, 2022).

Literatūroje pateikiama nedaug tyrimų, kurie analizuotų dirbtinio intelekto sąsajas su įmonių rezultatais išskaidant įmones į sektorius. Daugelyje tyrimų kalbama apie bendrą teigiamą įtaką įmonių rezultatams, tačiau kiekvienas sektorius turi savų išskirtinumų, todėl norint gauti tikslesnius rezultatus rekomenduotina tirti kiekvieną sektorių atskirai.

Atlikus literatūros ir esamų tyrimų analizę, buvo sudarytas dirbtinio intelekto taikymo gamyboje sąsajų su įmonės veiklos rezultatais teorinis modelis.



**16 pav.** Dirbtinio intelekto taikymo sąsajų su įmonių veiklos rezultatais teorinis modelis

Kaip matoma 16 pav. pateiktame teoriniame modelyje, kairėje pusėje pateikiama DI klasifikacija pagal dažniausias naudojimo sritis gamyboje, o dešinėje pusėje pateikiamas veiklos rezultatų klasifikavimas. Tyrimo metu bus patikrintas modelio validumas, siekiant išanalizuoti kokios yra dirbtinio intelekto taikymo gamybinėse įmonėse, kuriose dažniausiai dirbtinis intelektas taikomas gamybos procesų automatizavime, planavime, įrangos nuspėjamojoje priežiūroje, produktų kūrime ir dizaine bei kokybės užtikrinime (Kolenikova Irina, 2022), sąsajos su įmonių veiklos rezultatais, kurie gali būti matuojami veiklos našumo rodikliais, finansiniais rodikliais ir rinka pagrįstais rodikliais (Asghar Afshar Jahanshahi, 2012).

### 3. Dirbtinio intelekto taikymo įmonėse sąsajų su veiklos rezultatais metodologija

Teorinėje dalyje buvo atliekama mokslinių literatūros šaltinių, susijusių su dirbtiniu intelektu, jo taikymo sąsajų su įmonių veiklos rezultatais, analizė. Mokslinės literatūros analizė padeda geriau suprasti nagrinėjamą objektą, analizuoti dirbtinio intelekto apibrėžimus, sampratas, klasifikavimą iš skirtingų autorių perspektyvos, kas leidžia dar geriau įsigilinti į nagrinėjamą objektą. Norint pagrįsti darbe atliktą literatūros šaltinių analizę atsiranda poreikis atlikti tyrimą ir taip išsiaiškinti dirbtinio intelekto sąsajas su įmonių veiklos rezultatais.

DI kasmet vis labiau populiarėja. Kaip buvo analizuojama literatūros analizės dalyje, dirbtinio intelekto naudojimas tampa gyvybiškai svarbus kuriant konkurencinį pranašumą, kuris lemia įmonės išlikimą ir sėkmę. Lietuvoje dirbtinio intelekto naudojimas dar tik įgauna pagreitį, todėl kai daugelis organizacijų vis labiau domisi dirbtinio intelekto panaudojimo galimybėmis yra svarbu išanalizuoti jau esamus dirbtinio intelekto taikymo pavyzdžius, apžvelgti įmonių, kurios jau naudoja dirbtinį intelektą, rezultatus, kurie yra susiję su dirbtinio intelekto pritaikymu.

Empiriniam tyrimui atlikti pasirinkta analizuoti Lietuvos baldų gamybos sektorių, dėl jo svarbos Lietuvos ekonomikai, augimo bei technologinio išsivystymo ir planuojamos technologinės plėtros.

#### Įmonių rodikliai

Kiekvienas sektorius turi jam būdingus rodiklius, kurie yra sekami ir analizuojami norit sužinoti įmonės rezultatus. Pagrindiniai gamybos veiklos rodikliai yra tiksliai apibrėžti matavimai, skirti stebėti, analizuoti ir optimizuoti gamybos procesus, susijusius su jų kiekiu, kokybe ir skirtingais sąnaudų aspektais. Jie suteikia gamintojams vertingų verslo įžvalgų, kad pasiektų savo organizacinius tikslus. Šiais laikais viso gamybos proceso kontrolė ir optimizavimas, užtikrinant, kad įranga veiktų optimaliame lygyje, o priežiūros išlaidos nuolat mažėja, yra svarbūs teigiamo augimo pramonėje elementai.

Įvairiuose šaltiniuose išskiriami skirtingi, geriausiai gamybos rezultatus apibūdinami rodikliai. Pagrindiniai gamybiniai rodikliai, kurie matuojami daugelyje gamybinių įmonių, yra našumas, išėiga, užsakymo įvykdymo laikas, brokas, skundų skaičius ir kiti.

Analizuojant finansinius rodiklius dažniausiai išskiriami šie pagrindiniai rodikliai: pelnas, efektyvumas, pardavimų augimas, bendros skolos ir viso turto santykis, atsargų apyvarta ir kiti. Analizuojant operatyvinius gamybos sektoriaus rodiklius išskiriama, kad svarbu yra pirmojo praėjimo pelnas (angl. *First Pass Yield*), pajėgumų panaudojimas, ciklo trukmė, pralaidumas, mašinų prastovos rodiklis.

#### Tyrimo instrumento konstravimas

**Tyrimo tikslas** – tyrimo metu pažvelgiant per didelių baldų gamybos įmonių praktikas, siekiama nustatyti, koks yra ryšys tarp dirbtinio intelekto pritaikymo gamyboje ir pokyčių įmonės veiklos rezultatuose.

#### Tyrimo uždaviniai:

1. išanalizuoti, kuriuose gamybos procesuose dažniausiai taikomas DI gamybinėse įmonėse;

2. nustatyti, kokie yra pagrindiniai organizacijų veiklos rodikliai, kurių pokyčiams įtaką padarė DI pritaikymas.
3. pateikti rekomendacijas analizuotoms baldų gamybinėms įmonėms, kokius rodiklius galima pagerinti taikant dirbtinį intelektą gamyboje.

**Tyrimo metodas.** Atsižvelgiant į tyrimo objektą bei tikslą, empirinei analizei atlikti pasirinktas kokybinis tyrimas. Kokybinio tyrimo atlikimui pasirinktas, pasak Gaižauskaitės ir Valavičienės (2016) dažniausiai kokybiniams tyrimams naudojamas interviu tipas – pusiau struktūruotas interviu.

Aleknevičienė kokybinį tyrimą apibūdina kaip sistemingą, nestruktūruotą atvejo, individo ar individų grupės, situacijos ar įvykio tyrimą natūralioje aplinkoje, kurio paskirtis yra suprasti ir paaiškinti žmonių patirtis ir tarpusavio sąveikas, socialinius reiškinius ar problemas, apie kuriuos stinga informacijos; išsiaiškinti, kaip individai įprasmina savo patirtį, sąveikas ir kasdienį gyvenimą (Aleknevičienė, Pocienė, & Šupa, 2020).

**Duomenų rinkimo metodai.** Tyrimui atlikti buvo pasirinktas kokybinis pusiau struktūruotas interviu metodas. Atliekant kokybinį empirinį tyrimą, duomenų rinkimui taikomas individualus, pusiau struktūrizuotas interviu. Šis interviu atlikimo metodas leidžia pasiekti gerų rezultatų ne tik sekant interviu planą, bet ir papildant interviu naujais klausimais, kurie yra susiję su informanto atsakymais ir praturtina bei praplečia renkama informaciją. Toks interviu leidžia geriau suprasti informantą ir dar labiau įsigilinti į temą bei atrasti įdomių įžvalgų. Interviu metu siekiant pasiekti išsikeltus tikslus ir gauti atsakymus yra būtina iš anksto pasiruošti klausimus, kurie bus užduodami informantui.

Interviu buvo atliekami naudojant „Microsoft Teams“ platformą bei su informantais susitinkant gyvai. Interviu trukmė buvo įvairi – nuo 20 min iki 1,5 val., priklausomai nuo informantų užimtumo, suinteresuotumo, atvirumo.

Atliekant pusiau struktūruotą interviu buvo remiamasi sudarytu interviu planu, kuriame buvo suformuoti konkretūs klausimai, poreikiui esant papildomi klausimai, tačiau numatyta, kad atliekant interviu bus siekiama kuo geriau suprasti informantą ir gali būti įtraukiami papildomi, plane nenumatyti klausimai. Įtraukiant plane nenumatytus klausimus gali būti pasiekiamas tyrimo praturtinimas duomenimis ir užfiksuojant iš anksto neapgalvotą ar nenumatytą papildomą tyrimo informaciją. Tyrimo klausimai (žr. 1 priedas.) sudaryti remiantis atlikta moksline literatūros analize, taip, kad labiausiai būtų atspindima nagrinėjama problema. Tyrimo instrumentas pateikiamas 4 lentelėje:

**4 lentelė.** Tyrimo instrumentas

Kategorija	Klausimai
Bendra informacija apie įmonę	Galbūt galite papasakoti plačiau apie įmonę? Kokias pareigas šiuo metu užimate? Koks yra darbuotojų skaičius?
Gamybos procesas ir naudojamos technologijos	Galbūt galite papasakoti apie jūsų gamybos procesą? Kokios naujausios technologijos naudojamos? Galbūt naudojate dirbtinio intelekto technologiją (mašininis

	<p>mokymasis, vaizdų atpažinimas, planavimas)?</p> <p>Kokiose srityse naudojamas dirbtinis intelektas?</p>
DI taikymas	<p>Pasidalinkite patirtimi, kodėl buvo nuspręsta taikyti įmonės procesuose naujausias technologijas?</p> <p>Kelintais metais pradėjote taikyti dirbtinį?</p> <p>Kokie verslo ar gamybos pokyčiai atsirado pradėjus taikyti dirbtinį intelektą?</p> <p>Kokias naudas atnešė dirbtinio intelekto taikymas? Galbūt jis padėjo išspręsti kažkokias problemas gamyboje?</p>
Pagrindiniai rodikliai ir DI sąsajos	<p>Kokie yra pagrindiniai rodikliai, kuriais matuojate savo įmonės rezultatus? Finansiniai, operatyviniai (gamybiniai), rinka grindžiami.</p> <p>Galbūt žinote, kokią įtaką šiems rodikliams daro dirbtinio intelekto naudojimas?</p> <p>Su kuriais rodikliais matote daugiausiai sąsajų, pritaikius DI?</p>
DI taikymo problemos	<p>Su kokiomis problemomis susidūrėte siekdami taikyti dirbtinį intelektą savo procesuose?</p> <p>Kokiai kategorijai parsiskirtumėte iškilusius sunkumus: technologiniams, organizaciniais ar aplinkos sunkumams?</p> <p>Kaip sprendėte iškilusias problemas?</p>
DI taikymo perspektyvos	<p>Kokias perspektyvas DI taikymo matote per ateinančius 3 metus? Galbūt numatoma technologijų plėtra?</p> <p>Kokių rodiklių pokyčių tikimasi ateityje, pritaikius DI?</p>

Bendriniai klausimai apie įmonę buvo užduodami siekiant geriau perprasti įmonės veiklos sritį, dydį, bendrą padėtį rinkoje. Klausimų kategorija apie naudojamas technologijas svarbi siekiant suvokti bendrą įmonėje naudojamų technologijų situaciją, įmonės požiūrį į naujausias technologijas. Kategorijoje apie DI taikymą buvo svarbu išsiaiškinti, prieš kiek laiko įmonėje buvo pradėtas taikyti dirbtinis intelektas, kokios DI technologijos įmonės procesuose naudojamos, kokie verslo ir gamybos pokyčiai atsirado įmonėje pritaikius dirbtinį intelektą. Taip pat buvo siekiama nustatyti sunkumus, su kuriais buvo susiduriama DI taikymo procese ir po jo pritaikymo. Klausimų kategorijoje apie DI taikymo perspektyvas buvo siekiama išsiaiškinti, ar įmonės planuoja tolimesnį DI taikymą, ar jau turimas konkretus technologijų taikymo planas.

Svarbu paminėti, kad tyrimo klausimai pokalbio metu persipynė, buvo papildomi ir adaptuojami prie informantų, jų teikiamos medžiagos. Taip buvo siekiama geriau prisitaikyti prie informantų ir gauti tikslesnę informaciją apie įmones, įmonių procesus ir gilesnes informantų įžvalgas.

**Duomenų analizės metodai.** Interviu buvo transkribuojami ir analizuojami taikant kokybinės turinio (angl. – *content*) analizės metodą, kuris leidžia formuoti norimas specifines išvadas, remiantis interviu transkriptu.

**Atrankos būdas ir kriterijai.** Pagal pasirinktą tyrimo metodą, siekiant gauti tikslingą ir išsamią informaciją, būtinas neatsitiktinės atrankos būdas. Tokiu būdu buvo pasirenkamos didelės Lietuvos gamybinės baldų sektoriaus įmonės. Taikomas atrankos kriterijus – didelės Lietuvos gamybinės įmonės, veikiančios baldų gamybos sektoriuje ir savo gamybos procesuose naudojančios dirbtinio intelekto technologiją. Interviu buvo atliekamas su įmonės įgaliotu asmeniu, turinčiu patirties gamybos sektoriuje ir susipažinusi su įmonėje naudojamomis technologijomis. Įmonių paieška vyko internetiniuose puslapiuose, rašant laiškus nurodytais informaciniais paštais. Taip pat įmonės buvo ieškomos remiantis asmenine autorės patirtimi gamybos sektoriuje, komunikuojat su dirbtinio intelekto paslaugas teikiančiomis įmonėmis bei ieškant galimų apklausti informantų. Kadangi internete tik nedidelė dalis įmonių rašo apie gamybos procesuose naudojamą technologijas, todėl informantų suradimo procesas buvo sudėtingas.

**Tyrimo imtis ir informantai.** Tyrimo metu buvo atlikti interviu su 6 informantais. Informantai pareigas užėmė didelėse baldų gamybos įmonėse. Vienas iš informantų buvo įmonės vadovas, vienas gamybos vadovas, vienas gamybos planavimo vadovas, vienas projektų vadovas bei du vyriausi technologai.

Pagrindiniai kriterijai, kuriais remiantis buvo atrinktos įmonės buvo tai, kad įmonėje turi būti pritaikyta dirbtinio intelekto technologija, įmonė turi būti Lietuvos baldų gamybos sektoriaus įmonė. Taip pat siekiant analizuoti tik dideles Lietuvos baldų gamybos įmones buvo taikomi kriterijai, kad įmonėje turi dirbti daugiau nei 250 darbuotojų, arba metinės pajamos turi viršyti 50 mln. eurų, o įmonės balanse nurodyto turto vertė turi viršyti 43 mln. eurų (Gumbelevičiūtė, 2020).

Pagal atrankos kriterijus atsirinkus įmones ir gavus jų sutikimus dėl pokalbio, buvo trumpai aprašomas tyrimas, pokalbio klausimai ir įmonės taip nusprendavo, kuris įmonės atstovas turėtų daugiausiai žinių ir galėtų plačiausiai papasakoti apie naudojamą dirbtinio intelekto technologijas ir sąsajas su įmonės veiklos rezultatais.

Tyrimui įmonės buvo atsirinktos pagal viešojoje erdvėje esančią informaciją apie naudojamą technologijas. Buvo tiesiogiai bendraujama su įmonių atstovais, dažniausiai pirminiai kontaktai buvo žmoniškųjų išteklių atstovai, kurie pirminio pokalbio metu susipažinę su tyrimo tikslu, pokalbio metu nagrinėjama klausimais nusprendavo, kuris įmonės atstovas yra tinkamiausias tyrimui. Viešojoje erdvėje nebuvo galima rasti tiesioginių kontaktų su įmonių vadovais, gamybos vadovais, todėl buvo siekiama užmegzti ryšį komunikuojant bendraisiais kanalais. Taigi konkrečius tyrimo dalyvius pasiūlydavo, arba pasidalindavo kontaktais pirminis įmonės atstovas, o vėliau įmonės vadovai, gamybos vadovai, vyriausi technologai dalyvavo tyrime. Visi atstovai tiesiogiai dirbantys su dirbtinio intelekto sistemomis, išmanantys jų funkcionalumą, dalyvavo taikymo procese ir galėjo papasakoti apie įmonėje naudojamą technologijas ir atsakyti į kitus tyrimo klausimus.

Tyrimo dalyvavusių įmonių ir informantų informacija pateikiama 5 lentelėje. R1 informantas užima gamybos vadovo pareigas baldų gamybos įmonėje, kurios vienas iš padalinių yra įsikūręs Tauragėje. Įmonė užsiima užsakomąja gamyba, gamina apie 70 % minkštų baldų ir apie 30 % kitų įvairių baldų. Iš 70 % daugiau nei pusė yra baldai iš odos. R2 įmonė gamina kietuosius baldus, iš kurių daugiausiai yra virtuvės baldai. Klaipėdos rajone įsikūrusi įmonė gamina 100 % savo produkcijos vienam pirkėjui. Didžioji dalis virtuvės komplektų yra eksportuojama visame pasaulyje. R3 respondentas užima vyriausiojo technologo pareigas Klaipėdoje įsikūrusioje



korpusinių baldų gamybos įmonėje. R3 informantas buvo vienas iš pirmųjų įmonėje pradėjusių dirbti su DI sistemomis, tai DI sistemų taikyme dalyvavo nuo pat pradžių. Įmonė specializuojasi miegamojo baldų gamyboje. R4 informantas užima gamybos planavimo vadovo pareigas medienos apdirbimo ir baldų gamybos įmonėje. Įmonė gamina medieną, ją apdoroja ir gamina medžio baldus. Apie 60 % produkcijos yra eksportuojama. R5 respondentas užima vyriausiojo technologo pareigas Kaune įsikūrusioje baldų gamybos įmonėje. Įmonėje gaminami minkšti baldai, tekstilės ir odos gaminiai. Įmonė užsiima užsakomąja prekyba, gamina daugiau nišinių, išskirtinių baldų.

**5 lentelė.** Duomenys apie tyrime dalydavusius informantus

Informanto identifikacijos kodas	Informantų pareigos įmonėje	Darbuotojų skaičius įmonėje	Įmonės veiklos sritis
R1	Gamybos vadovas	254	Įmonė užsiima užsakomąja minkštų ir korpusinių baldų gamyba. Daugiausia gaminama ofisams, kavinėms, ligoninėms, senelių namams. Beveik visa pagaminta produkcija yra eksportuojama
R2	Įmonės vadovas	745	Įmonė gamina plokštes ir baldus iš plokščių. Beveik visa įmonės gaminama produkcija yra virtuvės baldai, kurie eksportuojami visame pasaulyje. Įmonė užsiima masine gamyba ir gamina vienam pirkėjui.
R3	Vyriausias technologas	528	Įmonė gamina plėvelėmis vilktus korpusinius baldus. Įmonės pagrindinė produkcija yra miegamojo baldai: lovos, spintos, komodos. Įmonė užsiima masine gamyba ir gamina vienam pirkėjui.
R4	Gamybos planavimo vadovas	303	Įmonė gamina medieną ir medienos baldus. Apie 40 % produkcijos yra tiekama Lietuvos rinkai, kita dalis eksportuojama.
R5	Vyriausias technologas	380	Įmonė gamina minkštuosius baldus. Didžiausią įmonės produkcijos dalį sudaro tekstilės arba odos sofas.
R6	Projektų inžinierius	573	Įmonė gamina natūraliu lukštu dengtus MDP gaminius, pigmento apdailos gaminius, stalių profilius, tuščiaavidures kijas ir kitus baldus. Įmonė užsiima masine gamyba ir gamina vienam pirkėjui.

**Tyrimo eiga.** Prieš atliekant tyrimą buvo svarbu išanalizuoti literatūros šaltiniuose pateiktą medžiagą ir išsiaiškinti kokie gali būti pagrindiniai gamybinių įmonių veiklos rodikliai bei susipažinti su jų matavimu. Interviu metu buvo siekiama išsiaiškinti bendrus baldų gamybos

sektorius veiklos rodiklius, kad būtų galima daryti išvadas ir pateikti rekomendacijas tyrime dalyvavusioms įmonėms. Buvo siekiama išsiaiškinti, ar atsipirko dirbtinio intelekto naudojimas, kaip tai paveikė įmonės rodiklius, kokias verslo ar gamybos problemas padėjo išspręsti.

Tyrimas buvo atliekamas 2023 metų kovo, balandžio mėnesiais. Pirmiausia buvo rašoma į bendrą įmonės nurodytą paštą, o vėliau iš įmonių gavus atsakingų atstovų, su kuriais bus kalbama interviu metu, kontaktus buvo bendraujama telefonu ir laiškais. Interviu trukmė ir kitos reikalingos detalės buvo susitartos elektroniniais laiškais arba telefonu. Prieš atliekant interviu buvo siunčiamas tyrimo tikslas ir klausimai, kad informantai galėtų iš anksto pasiruošti ir pagal poreikį surinkti reikiamą informaciją ir pagalvoti apie klausimus. Informantams nusiuntus klausimus pagal poreikį buvo siunčiamas ir sąvokų paaiškinimas, klausimų patikslinimas, siekiant kokybiškesnio ir sklandesnio pokalbio.

Interviu buvo atliekamas su penkiomis baldų gamybos įmonėmis ir viena medienos gamybos įmone, kuri gamina medieną baldų gamybai. Du pašnekovai sutiko pakalbėti gyvai, todėl buvo apsilankoma gamykloje, susipažįstama su naudojamomis technologijomis, gamybos procesu, gyvai apžiūrimas sistemų veikimas. Su likusiais keturiais informantais buvo bendraujama laiškais, o susitikimas vyko *Microsoft Teams* platformoje.

**Tyrimo apribojimai.** Tyrimo metu buvo susiduriama su nemažai apribojimų. Buvo sudėtinga viešoje erdvėje rasti informacijos apie gamybines įmones ir jose naudojamas technologijas, todėl buvo rašoma daugeliui gamybinių įmonių ir klausiama apie naudojamas technologijas. Internetinėje erdvėje išsirinkus ir susiradus kontaktus buvo rašoma tyrimo reikalavimus atitinkančioms Lietuvoje veikiančioms baldų gamybos įmonėms, tačiau atsakymus pateikė tik keletas įmonių. Buvo sudėtinga suderinti laiką su gamybos vadovais, įmonių vadovais. Taip pat atstovai nebuvo linkę plačiai dalintis naudojamomis technologijomis ir ypatingai veiklos rezultatais, nors ir buvo užtikrinamas konfidencialumas. Taip pat sudėtinga buvo atrasti bendrus veiklos matavimo rodiklius, nes šalia pagrindinių gamybos sektoriaus veiklos rodiklių įmonės turėdavo ir tam tikrus jiems būdingus rodiklius.

Pradėjus tyrimą buvo siekiama analizuoti vieną iš gamybos sektorių (maisto, baldų, automobilių ir kt.), tačiau dėl pakankamai nedidelio kiekio dirbtinį intelektą naudojančių įmonių buvo sudėtinga atrasti tinkamas įmones tyrimui. Pasirinkus analizuoti baldų sektorių buvo susiduriama su problema, kad tik nedidelė dalis įmonių sutiko dalyvauti tyrime. Taip pat sudėtinga buvo ir tai, kad įmonių paskirti atstovai nebūtinai žinojo apie įmonės veiklos rodiklius ir daugelis nebuvo linkę į rodiklių detalizavimą. Informantai dalinosi abstraktesne informacija ir sutiko pasidalinti apibendrintais rodiklių rezultatais.

Viešojoje erdvėje įmonės neteikia informacijos apie naudojamas technologijas, todėl net ir įmonėms sutikus dalyvauti tyrime vėliau buvo išsiaiškinta, kad įmonėje nėra naudojama dirbtinio intelekto technologija. Taip dar labiau buvo apsunkintas tinkamų tyrimui įmonių atrinkimas.

Tyrimo rezultatai nebūtinai atspindės globalios baldų gamybos sektoriaus situacijos. Tyrimo rezultatai gali neatspindėti visų didelių Lietuvos baldų gamyklos įmonių rezultatų, todėl tyrimo rekomendacijos taikomos tyrime dalyvavusioms įmonėms. Kitoms Lietuvos baldų gamybos įmonėms tai gali būti naudinga informacija apie taikymo sritis ir galimus pasiekti rezultatus, pritaikius DI.

**Tyrimo etika.** Tyrimo metu buvo laikomasi visų etikos reikalavimų. Prieš atliekant interviu informantas yra supažindinamas su tyrimo tikslu, apribojimais ir informuojama, kad tyrimo metu surinkta informacija bus panaudojama tik šio mokslinio darbo reikiuose. Tyrimo metu bus laikomasi pagrindinių etikos principų: pagarbos žmogui (angl. *Respect for person*), geradarystės (angl. *Beneficence*), nepyktibiškumo (angl. *Nonmaleficence*) ir teisingumo (angl. *Justice*) (Bishop, 2009). Prieš atliekant interviu su įmonių atstovais buvo užtikrinamas konfidencialumas, todėl įmonių pavadinimai ir interviu dalyvavusių informantų Vardai ir Pavardės nebus atskleidžiami.

## **4. Dirbtinio intelekto sąsajų su įmonės veiklos rezultatais analizė ir rezultatai**

### **4.1. Informantų profilis ir charakteristikos**

Tyrime dalyvavo šešios baldų sektoriaus įmonės. Trys įmonės gamina kietuosius baldus, pradedant nuo plokščių atsivežimo (plokštės gaminamos kituose padaliniuose arba perkamos). Dvi įmonės gamina minkštuosius baldus iš audinio ir odos. Viena įmonė gamina medieną, iš kurios dalis skiriama baldų gamybai, dalis parduodama kitoms įmonėms.

Keturios iš šešių įmonių užsiima masine gamyba (kietieji baldai), o dvi įmonės užsiima užsakomąja gamyba ir išskirtiniais baldais (minkštieji baldai). Daugelis pagamintos produkcijos visose įmonėse yra eksportuojama, eksportas siekia 60–100 % pagamintos produkcijos.

Baldų gaminimo procesai yra skirtingi, nes buvo analizuojamos tiek minkštus, tiek kietus baldus gaminančios įmonės. Apibendrinant kietųjų baldų (spintos, virtuvės baldai) procesą galima teigti, kad procesas prasideda nuo plokštės, ji yra apdorojama įvairiuose darbų centruose tada pakuojiama ir sandėliuojama arba siunčiama klientams. Minkštųjų baldų (sofos, lovos, foteliai) gamyboje yra daugiau rankinio darbo, atskirai yra padaromi karkasai, paruošiamas audinys, vyksta apvilkinimas, siuvimas ir pakavimas.

Analizuojamose įmonėse dirba 254–745 darbuotojų. Buvo siekiama analizuoti tik didžiausias Lietuvos baldų gamyklas, nes atlikus literatūros analizę ir išanalizavus kitų autorių tyrimus žinoma, kad daugiausiai dirbtinio intelekto technologijų naudojama didelėse įmonėse. Interviu buvo atliekami su vienos įmonės vadovu, gamybos vadovu, gamybos planavimo vadovu, vienu projektu inžinieriumi ir dviem vyriausiais technologais. Tyrimo metu buvo apsilankyta vienoje gamykloje, kur susipažinta su baldų gaminimo procesu, gyvai stebimos gamybos linijos, tai padėjo geriau suprasti procesą ir geriau įsigilinti į analizuojamą sektorių.

### **Įmonių finansiniai rodikliai**

Siekiant tyrimui įnešti daugiau aiškumo yra svarbus ne tik įmonių darbuotojų skaičius, veiklos sritis, bet ir pagrindiniai finansiniai rodikliai. Tyrime dalyvavo tik didelės Lietuvos baldų gamybos įmonės (dirba daugiau nei 250 darbuotojų). Analizuojant viešai prieinamus pagrindinius finansinius rodiklius (pardavimo pajamos, grynasis pelnas) siekiama pateikti daugiau informacijos apie tyrime dalyvavusias įmones. Kadangi ne visų įmonių grynojo pelno rodikliai buvo prieinami, palyginimui pasirinktas Pelnas (nuostoliai) prieš mokesčius rodiklis. Taip pat siekiant įvertinti turta, įmonėje naudojamą ilgiau nei metus kablelis pasirinktas ilgalaikio turto rodiklis. Palyginimui pasirinktas ir pardavimo pajamų rodiklis, kuris apibūdinamas kaip ekonominės naudos padidėjimui per ataskaitinį laikotarpį dėl prekių pardavimo ir paslaugų teikimo. Pardavimo pajamų rodiklis kartu su pelningumu atskleidžia įmonės finansinę situaciją ir leidžia suprasti apie įmonės veiklos sėkmingumą.

Tyrime dalyvavusių įmonių finansiniai rodikliai pateikiami 6 lentelė.

**6 lentelė.** Tyrime dalyvavusių įmonių finansiniai rodikliai

Informanto kodas, įmonės veiklos sritis	Ilgalaikis turtas, €		Pardavimo pajamos, €		Pelnas (nuostoliai) prieš mokesčius, €	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
R1, minkštieji baldai	216 763	353 447	1 534 869	2 005 865	150 492	136 974
R2, plokštės ir plokščių baldai	17 806 000	72 323 000	50 236 000	69 571 000	2 819 000	1 632 000
R3, korpusiniai baldai	<b>228 959 000</b>	<b>231 631 000</b>	<b>128 706 000</b>	<b>177 776 000</b>	<b>4 399 000</b>	6 062 000
R4, mediena ir medienos baldai	7 742 517	6 820 637	52 655 448	76 322 257	2 373 702	<b>10 503 631</b>
R5, minkštieji baldai	5 158 000	11 491 000	20 601 000	27 598 000	2 066 000	<b>-1 291 000</b>
R6, MDP baldai	24 005 000	22 281 000	73 291 000	83 349 000	3 990 000	1 003 000

Apibendrinant tyrimo rezultatus galima teigti, kad penkios iš šešių įmonių 2021 metais dirbo pelningai.

Trečia tyrime dalyvavusi įmonė, kuriai tyrime atstovavo vyriausias technologas (informantas R3), tiek 2020, tiek 2021 metais turėjo daugiausiai ilgalaikio turto. Penkiose iš šešių įmonių ilgalaikio turto vertė yra auganti, tai gali reikšti įmonės plėtrą, modernesnės įrangos įsigijimą ar geresnį darbuotojų aprūpinimą reikalinga įranga.

Svarbus rodiklis yra ir pardavimo pajamos, kuris visose tyrime dalyvavusiose įmonėse yra augantis tiek 2020, tiek 2021 metais. Didžiausias pardavimų šuolis pastebimas R3 informanto atstovaujamoje įmonėje. Nors pardavimai buvo didesni trečios įmonės (informantas R3 įmonės), tačiau pelnas prieš mokesčius buvo didesnis ketvirtos (informantas R4) įmonės, todėl galima teigti, kad įmonė, kuriai tyrime atstovavo informantas R4, dirbo pelningiau.

Svarbu paminėti, kad įmonės R5 pelnas prieš mokesčius 2021 metais buvo neigiamas, nors pardavimai palyginus su 2020 metais išaugo, tačiau įmonė 2021 metais dirbo nuostolingai. Matoma, kad 2021 metais įmonė turėjo daugiau nei dvigubai ilgalaikio turto, kas gali reikšti įmonės plėtrą bei modernizaciją.

#### **4.2. Interviu turinio analizės rezultatai**

Tyrimo metu įrašyti garsiniai įrašai buvo transkribuojami, o gauti transkriptai analizuojami pasitelkiant „MAXQDA“ teksto kodavimo programą. Ši programinė įranga suteikia galimybę suskirstyti duomenis į kodus ir subkodus, priskirti atitinkamiems subkodams citatas ir taip atlikti duomenų analizę.

7 lentelė. „MAXQDA“ sudaryta kodų sistema

Kodas	Subkodas
Respondentai	Informacija apie įmonę
	Informacija apie pašnekovą
	Darbuotojų skaičius
	Gamybos procesas
Naudojamos technologijos	AI sistemos
	Robotai
	Kitos technologijos
DI naudojimo pradžia	Data
	Priežastys
	Progresas
DI metodai	Planavimas
	Mašininė vizija
DI taikymas įmonėje	Taikymo procesas
	Sunkumai
	DI sukurti pokyčiai
	DI perspektyvos
DI panaudojimo sritys	Planavimas
	Kokybės valdymas
	Žaliavų apdorojimas
Rodikliai	Pagrindiniai veiklos rodikliai
	Rodiklių pokyčiai

Kategorijos suskirstytos pagal tyrimo kryptis: pirmiausia išaiškinama bendra informacija, susipažįstama su įmone, jos gamybos procesu. Toliau apžvelgiamos naudojamos technologijos, apibendrinamos naudojamos dirbtinio intelekto sistemos. DI taikymo įmonėje kategorijoje analizuojamas taikymo procesas, iškilę sunkumai, taikymo perspektyvos. Taip pat atskirai buvo išskirtos DI panaudojimo sritys ir jų subkoduose priskirta specifinė informacija pagal DI panaudojimą įvairiuose procesuose. Rodiklių kategorijoje išskirti pagrindiniai įmonių rodikliai ir rodiklių pokyčiai pritaikius DI.

#### 4.2.1. Dirbtinio intelekto taikymo priežastys ir sritys

Tyrimo metu susipažinus su tyrime dalyvaujančiomis įmonėmis, buvo siekiama išsiaiškinti apie DI taikymo pradžios priežastis. Analizuojant tyrimo dalyviai išskyrė keletą pagrindinių priežasčių, dėl kurių įmonėje buvo pradėtas taikyti dirbtinis intelektas.

Kalbant apie minkštus odos baldus, pagrindinė priežastis yra noras sutaupyti žaliavos. Oda išskiriamas kaip brangus baldų komponentas, todėl didelis jos švaistymas didina audinio savikainą. Informantų teigimu, augant įmonei ir didėjant gamybos apimtims, taip pat įsivertinus odos žaliavos brangumą, buvo nuspręsta investuoti ir pradėti odos apdorojime taikyti dirbtinio intelekto principu veikiančias sistemas.

Kietųjų baldų masinėje gamyboje pagrindinė priežastis išskiriama kokybės užtikrinimas. Taip pat dirbtinio intelekto sistemas pradėta taikyti dėl įmonių augimo, darbuotojų trūkumo ir augančių atlyginimų ir siekio tapti konkurencingais rinkoje. Svarbus aspektas, kuris buvo nustatytas tyrimo metu, kad dalis kokybės užtikrinimo sistemų yra taikoma didžiąja dalimi dėl įsipareigojimų pirkėjams (tose įmonėse, kur gaminama visa produkcija vienam pirkėjui). Informantas R6 taip pat pastebėjo, kad sistemos, kurios yra pritaikomos gamyboje dėl įsipareigojimų pirkėjui, o ne dėl iš gamybos kilusio poreikio, dažniausiai neatsiperka ir nekuria pridėtinės vertės įmonėje.

**8 lentelė.** Priežastys, kodėl buvo nuspręsta pradėti taikyti DI

Priežastis	Iliustruojanti citata
Siekis sutaupyti laiko ir žaliavų	<p>„Visų pirma odos sukirpimas buvo didelė problema, nes net mažiausias detales iškirpti rankinėmis žirkėmis užtrukdavo labai ilgai. Turėjom ir elektrines žirkles, bet jos kai kuriais atvejais veiktavo dar lėčiau nei rankinės&lt;..&gt;“ <b>R1</b></p> <p>„&lt;..&gt;oda yra probleminė medžiaga nes forma visad unikali, todėl siekiant taupyti turėjome galvoti apie išmanias alternatyvas.&lt;..&gt;“ <b>R5</b></p> <p>„&lt;..&gt; taip pat pastebėjome, kad nemažai odos yra nebepanaudojama ir išmetama (kerpant rankomis), nes nebuvo paskaičiuojamas optimaliausias odos iškirpimas&lt;..&gt;“ <b>R1</b></p>
Įmonės augimas	<p>„Vien odos ir audinių sukirpimui turėjome 4 atskirus etatus (darbuotojus). O įmonei augant gamybos apimtys vis didėjo, todėl buvo nuspręsta audinių ir odos sukirpimą kiek įmanoma labiau automatizuoti&lt;..&gt;“ <b>R1</b></p> <p>„&lt;..&gt;dėl planavimo sistemos tai įmonė visiškai priaugo tokią sistemą, ji užaugo kartu su įmonės poreikiu planuoti, finansinių planavimas, tai seniau šitas dalykas tokiu spėjimo būdu būdavo daroma&lt;..&gt; „<b>R4</b></p>
Darbuotojų trūkumas	<p>„&lt;..&gt; buvo grynai dėl personalo. Prieš tris metus buvo didžiulė krizė su darbuotojais, visur jų trūko, tai reikėjo pradėti kažką daryti. Tuo labiau, kad prieš tris metus pradėjo kilti atlyginimai ir mes tampam ne konkurencingi&lt;..&gt;“ <b>R2</b></p>
Įsipareigojimams užtikrinti kokybę	<p>„Vienas iš IKEA pusės reikalavimų buvo parėjęs, kad mes turim užtikrinti kokybę. Tai gal iš to kilo ir pirminės idėjos ir visas dirbtinio intelekto atsiradimas. Tai pati IKEA reikalavo, kad turėtumėm tą. Vienas iš punktų buvo, kad kokybės užtikrinimui ne tik žmogaus reikia, bet ir automatizuotų kokybės sistemų brokui aptikti&lt;..&gt;“ <b>R3</b></p>

	„Daugelis kitų sistemų buvo taikoma ne tik dėl to, kad turėjome gamyboje problemų, bet ir dėl įsipareigojimų pirkėjui. Yra tam tikri pirkėjo kokybės reikalavimai, kuriuos atitikti galime tik naudodami kompiuterinės vizijos sistemas“ <b>R6</b>
Pasikeitimai gamybos procese	„Kadangi dabar tą fizinį darbą dirba robotai, tai žmonėms pamatyti broką gaunasi labai sudėtinga, tai dėl to ir kilo poreikis vizion sistemom, nes nei užkraunant nei nukraunant nebematomas brokas, ką seniau žmogus darydavo<..>“ <b>R3</b>

*Apibendrinant galima teigti, kad pagrindinės priežastys, kurios skatina įmones pradėti taikyti dirbtinį intelektą yra įmonės augimas ir gamybos apimčių augimas, įsipareigojimai užtikrinti kokybę, darbuotojų trūkumas ir didėjantys atlyginimai, siekis sutaupyti laiko ir žaliavų, pasikeitimai kituose verslo procesuose bei siekis išlaikyti konkurencinį pranašumą. Masinės gamybos atveju, kai gaminama vienam pirkėjui, DI sistemos yra vienas iš įsipareigojimų pirkėjui, todėl tai yra būtina sąlyga, kurią gamyklos turi vykdyti.*

### **Dirbtinio intelekto taikymo sritys baldų gamyboje**

Atliekant literatūros analizę buvo išsiaiškinta, kad gamybos sektoriuje dirbtinis intelektas dažniausiai naudojamas įrangos palaikyme, kokybės kontrolėje, produktų vystyme, planavime, kartu su robotais naudojamas procesų automatizavime bei tiekimo grandinės tobulinime.

Tyrimo metu buvo siekiama išanalizuoti, kuriuose įmonės procesuose taikomas DI. Tyrimo metu buvo nustatyta, kad analizuotose įmonėse yra nuo 1 iki 26 mašininės vizijos sistemų skirtingiems tikslams pasiekti, taip pat vienoje iš įmonių naudojamas planavimo metodas.

Tyrimo metu analizuojant baldų gaminimo sektorių buvo siekiama išsiaiškinti, kuriuose įmonės procesuose yra taikomos dirbtinio intelekto sistemos. Tyrimo metu nustatyta, kad baldų gamybos sektoriuje dažniausiai dirbtinio intelekto sistemos naudojamos kokybės kontrolėje, taip pat žaliavų apdirbime bei planavime.

Keturi iš šešių tyrime dalyvavusių įmonių atstovų atsakė, kad dirbtinio intelekto sistemos jų įmonėje naudojamos kokybės kontrolėje. Gamybos linijose, priklausomai nuo įmonės dydžio, gamybos linijos ilgio, baldų specifikos ir kitų dedamųjų, yra įrengtas atitinkamas kiekis mašininės vizijos sistemų, kurios kiekvienam gamybos etape tikrina gaminio kokybę. Sistemos veikimas yra paremtas nuotraukų talpinimu bibliotekoje, naujų nuotraukų fotografavimu, taisyklių aprašymu ir veikimu realiu laiku. Linija keliauja gamins, kuriame ką tik buvo gręžiamos skylės, klijuojamos apdailos detalės ar daromas kitas aprašytas apdirbimo procesas ir sistemos pagal aprašytus algoritmus nusprendžia, kurią detalę galima laikyti defektu, o kuri detalė yra tinkama praleisti į kitą tikrinimo etapą. Šios mašininės vizijos sistemos įvairiais būdais įspėja gamybos linijas prižiūrinčius darbuotojus apie linijoje aptiktus defektus. Vienoje iš įmonių kartu su mašininės vizijos sistema yra sukurtas ir robotas, kuris brokuotą detalę automatiškai perkelia į kitą vietą, siekiant visiškai linijos automatizavimo.

Dvi iš šešių apklaustų įmonių naudoja mašininės vizijos sistemas, siekdamas optimaliai apdoroti odos žaliavą. Sistemos veikimo principas yra toks, kad sužymėtą žaliavą sistema nuskanuoja ir optimaliausiu būdu išdėsto trafaretus ant paruoštos odos bei juos išpjausto. Odos pramonėje žaliavų



apdorojimas dažniausiai yra paremtas mašininės vizijos ir mašininio mokymosi tandemu. Mašininis mokymasis dažniausiai naudojamas vaizdų ant odos išdėliojimui ir defektų atpažinimui.

Vienoje įmonėje dirbtinio intelekto sistema naudojama planavime. Planavimo metodas remiasi istoriniais duomenimis, vartotojų suvesta informacija, rinkoje esančiomis kainomis, gamybiniais rodikliais, internete randama informacija ir dar daugeliu kitų šaltinių, siekiant sukurti įmonei pelningiausių veiksmų planą, pradedant reikiamų žaliavų užsakymu ir baigiant pardavimais.

**9 lentelė.** Procesai, kuriuose naudojamas DI

<b>Procesas</b>	<b>Iliustruojanti citata</b>
Kokybės kontrolė	<p>„&lt;..&gt;patikrinti visa kita gali tik kameros, kurios filmuoja, fotografuoja ir kompiuteris apdirba tą informaciją ir supranta, kad detalė yra gera arba bloga. Čia prieiname prie dirbtinio intelekto &lt;..&gt;“ <b>R2</b></p> <p>„Pagrindė pas mus šios dirbtinio intelekto sistemos yra kokybinės sistemos, kurios naudojamos siekiant laiku aptikti broką. Visus realiai sistemos tam skirtos.“ <b>R3</b></p> <p>&lt;..&gt;mes turim įrenginius, sistemas, kur yra skenuojamos lentos. Keliais metodais vyksta skanavimas: arba rentgeno spinduliais arba va toms kamerom, kurios fotografuoja lentos paviršius, atpažįsta lentoje esančius defektus ir pagal tai mes nustatom lentos kokybę &lt;..&gt;<b>R4</b></p> <p>„&lt;..&gt; iš tokių modernesnių tai naudojam nemažai kompiuterinės vizijos sistemų. Jos daug kur pas mus linijose išdėstytos. Pagrindė jos naudojamos broko ir kokybės kontrolei. Praktiškai ką rinkoje siūlo tą mes turime įsidiegti &lt;..&gt;“ <b>R6</b></p>
Žaliavos paruošimas	<p>„&lt;..&gt;sužymime problemines odos vietas, sistema jas nusiskaito, kamerų pagalba yra nusiskaitomas visas odos paviršius ir tada išdėliojami karpiniai &lt;..&gt;“ <b>R1</b></p> <p>„&lt;..&gt;tada sukeli brėžinius, detales ir jis pagal sužymėtas vietas išdėlioja trafaretus. Pagal tinkamas vietas kirpimui optimaliai yra išdėstomi brėžiniai &lt;..&gt;“ <b>R5</b></p>
Planavimas	<p>„&lt;..&gt; kita kur jau tikrai yra labai rimtas intelektas, tai yra planavimo įrankis &lt;..&gt;“ <b>R4</b></p>

Apibendrinant galima teigti, kad tyrimo metu nustatyta jog dirbtinis intelektas baldų gamybos sektoriuje dažniausiai naudojamas kokybės kontrolėje, žaliavų apdorojime ir planavime. Šiuose procesuose yra naudojami mašininės vizijos (žaliavų apdorojime kartu su mašininio mokymosi) bei planavimo dirbtinio intelekto metodai.

### **Pokyčiai įmonės gamybos ir verslo procesuose, pritaikius dirbtinį intelektą**

Išanalizavus, kodėl gamybos procesuose buvo pradėtos taikyti dirbtinio intelekto technologijos, buvo siekiama išsiaiškinti, kaip dirbtinio intelekto pritaikymas yra susijęs su gamybos ir verslo procesų pokyčiais.

Mašininų vizijų sistemos suteikia įmonėms galimybę turėti defektų analizę, tobulinti gamybos procesus taip, kad tų defektų būtų kuo mažiau. Informantų teigimu, iki kol nebuvo naudojamos

mašininės vizijos sistemos, tol defektus nustatinėdavo žmonės, tačiau defektai nebūdavo aprašinėjami ir nebuvo turima informacijos, kiek ir kokių defektų aptikta linijoje, todėl nebuvo galima atlikti analizės ir daryti tobulinimus įrenginiuose, sistemose ir bendrai gamybos procese. Galima teigti, kad tam tikros dirbtinio intelekto sistemos ne tik sprendžia kokybės problemą, tačiau prisideda ir prie duomenų analizės bei bendro gamybos proceso tobulinimo.

Analizuojant gamybos procesus pastebėta, kad dažniausiai pritaikius dirbtinio intelekto sistemą pasikeičia ir pats procesas: reikia mažiau darbuotojų, tas pats procesas, kurį žmonės atlikdavo rankomis dabar vykdomas sistemos. Iš darbuotojų perspektyvos naudojant DI sistemas kartu su robotais sumažėja darbuotojų fizinis krūvis, nes nusprendžia sistema, o atlieka robotai, todėl darbuotojui lieka tik prižiūrėti procesą. Taip pat pastebėta, kad įmonėse, kurios pradėjo taikyti dirbtinį intelektą, iškilo poreikis turėti apie 25 % daugiau kvalifikuotų darbuotojų.

Kadangi vaizdų atpažinimo sistemos yra jautrios, tai pastebima, kad atsirado aukštesnė darbo kultūra, gamyboje pradėta laikytis daugiau tvarkos, atsirado papildomi dulkių ir kitų nešvarumų nuvalymo etapai, o tai siejasi su aukštesne kokybe.

Pradėjus taikyti mašininės vizijos sistemas pagreitėjo tie procesai, kuriuose šios sistemos buvo pritaikytos. Pagreitėjo ir tapo aukštesne gaminių kokybė, taip pat efektyviau paruošiamos žaliavos ir tai veda link greitesnio užsakymų išpildymo, jų pristatymo bei didesnio užsakymų kiekio

**10 lentelė.** Gamybos ir verslo pokyčiai, įvykę pritaikius DI

Pokytis	Iliustruojanti citata
Žaliavos apdorojimo procesas	<p>„ Iš esmės labiausiai pasikeitė mūsų odos sukirpimo ir pasiruošimo procesas visas...&lt;..&gt; bet visas sukirpimo procesas žymiai sutrumpėjo &lt;..&gt; “ <b>RI</b></p> <p>„&lt;..&gt; kad vaizdų atpažinimas veiktų teisingai, prieš tai žaliavą reikia tinkamai pasiruošti. Pasiruošimui reikia skirtingomis spalvomis susižymėti tas odos vietas, kurios yra netinkamos kirpimui. Tai pats pasiruošimo procesas šiek tiek pailgėjo&lt;..&gt; “ <b>RI</b></p> <p>„&lt;..&gt; prieš tai sukirpimas vykdavo rankomis &lt;..&gt; “ <b>R5</b></p>
Pasikeitimai darbuotojams	<p>„&lt;..&gt; jis (DI) palengvina darbuotojam darbą. Nereikia fiziškai kilnoti visko: jis patikrina pats &lt;..&gt; “ <b>R2</b></p> <p>„&lt;..&gt; tai yra, kad anksčiau žmonės patys atidėdavo tas detales atskirai, turėdavo koks apskaitininkas apskaičiuoti, suvesti į sistemą, nuspręsti kokie defektai buvo &lt;..&gt; “ <b>R2</b></p> <p>„&lt;..&gt;va pavyzdžiui robotizuotos darbo vietos (mašininės vizijos), kai žmogus dirbo fizinį darbą, kad pavyzdžiui užkrautų atkrautų, tai šito fizinio darbo nebereikia daryt, žmonės buvo apmokyti dirbti su tais robotais. Žmogui nebereikia fiziškai dirbti, tik sužiūrėt, paleist, pakonfigūruot kartais.“ <b>R3</b></p>
Darbuotojų skaičiaus ir pozicijų pasikeitimai	<p>„&lt;..&gt; o taip pat ir turimus 4 sukirpimo etatus galėjome perskirstyti į kitas cecho vietas, nes valdyti naujas sukirpimo stakles pilnai užtenka 2 darbuotojų... &lt;..&gt; nes tuos kitus du darbuotojus perkėlėme į kitas cecho vietas &lt;..&gt; “ <b>RI</b></p> <p>„&lt;..&gt;dabar jeigu galutiniam procese &lt;..&gt; tai iš 500 sutaupėm apie 100</p>

	<p>darbuotojų&lt;..&gt;“ <b>R2</b></p> <p>„&lt;..&gt; 25 % daugiau atsirado kvalifikuotų darbo vietų &lt;..&gt;“ <b>R3</b></p> <p>„Tai jei nebūtų vaizdų atpažinimo vietoj vienos sistemos reikėtų papildomai 6 žmonių.“ <b>R4</b></p> <p>„Pagrindė kas liečia moderniausių sistemą, tą kuri veikia klįjavimo linijoje, tai pagrindė padėjo sutaupyti žmonių skaičių. Iš 14 per pamainą liko 3-4.“ <b>R6</b></p>
Bendras efektyvumas	<p>„Kadangi galime pagaminti minkštus baldus greičiau, padidėjo našumas, todėl galime priimti ir daugiau užsakymų&lt;..&gt;“ <b>R1</b></p> <p>„&lt;..&gt;Na mes mažesniu darbuotojų skaičiumi, darom daugiau produkcijos&lt;..&gt;“ <b>R2</b></p> <p>„Vien dėl vaizdų atpažinimo kitoj linijoj turim apie 50 % didesnį našumą.“ <b>R4</b></p> <p>„&lt;..&gt; taip, apdorotų tiek pat, tik jau čia būtų limitas žmonių, daugiau jau nepavyktų žmonėm greičiau apdoroti, o vaizdų atpažinime dar tikrai neišnaudojam visų galimybių &lt;..&gt;“ <b>R4</b></p>
Darbo kultūra	<p>„&lt;..&gt; tai gaunasi, kad kokybę labiau tikrinti pradėjom po vaizdų atpažinimo paremtų staklių nusipirkimo&lt;..&gt;“ <b>R1</b></p> <p>„&lt;..&gt;tada mes kylame į aukštesnį lygį, kad niekur negali būti jokių dulkių &lt;..&gt;“ <b>R2</b></p> <p>„&lt;..&gt;nu kaip, jis pakėlė mūsų darbo kultūrą. Todėl kad dirbtinis intelektas neatpažįsta dulkių, skaito neatitiktimi. Vadinasi mums reikėjo įdėti daugiau šepėčių, dejonizatorių, spec įrankių.“ <b>R2</b></p>
Kokybės procesas	<p>„&lt;..&gt; taip, todėl, kad mes žinom kurioje vietoje ką reikia taisyti, anksčiau to nežinojom. Pavyzdžiui jeigu yra daug nuskilimų prie gręžimo, tai galbūt reikia kitokios konfigūracijos grąžtus. Pradėjom naudoti deimantinius grąžtus. Tada pradėjom becentrius. Ir dabar sakykim šitas rodiklis pagerėjo.“ <b>R2</b></p> <p>„Mes tobulinom algoritmą, pastatėm papildomų kamerų, apmokėm papildomai operatorius ir vis dėlto pavyko pasiekti, kad nuo sistemos įdiegimo nebeturėjom nei vieno skundo dėl gręžimo, tai galime teigti, kad gręžimo linijoje kompiuterinės vizijos sistemos visiškai pilnai yra apmokytos aptikti broką ir tai daro beveik 100 % tikslumu.“ <b>R6</b></p>
Bendri verslo pasikeitimai	<p>„&lt;..&gt; esminių pokyčių nebuvo, tačiau jis (DI planavimas) daro įtaką ir mes tuo remiamės planuodami savo verslą.“ <b>R4</b></p> <p>„&lt;..&gt; tai jis pokyčiu daro tiek gamyboj, tiek tiekimo grandinėj, tiek bendrai daugeliui mūsų procesų &lt;..&gt;“ <b>R4</b></p> <p>„Tai seniau šitas dalykas (planavimas) tokiu spėjimo būdu būdavo daroma. Žmogiškasis faktorius. Priimdavo, atimdavo tų procentų, bet ir viskas. Dabar jau tai padaro dirbtinio intelekto sistema.“ <b>R4</b></p>

#### 4.2.2. Dirbtinio intelekto taikymo sąsajos su įmonės veiklos rezultatais

Tyrimo metu buvo siekiama išanalizuoti, kur buvo pritaikytas dirbtinis intelektas ir kokias sąsajas jis turėjo su įmonių veiklos rezultatais. Tyrimo metu nustatyta, kad dirbtinio intelekto pritaikymas

daugiausia sąsajų turi su gamybiniais rodikliais, tokiais kaip vieneto savikaina, užsakymo įvykdymo greitis bei finansiniais rodikliai, tokiais kaip pelnas, pardavimo užsakymų skaičius.

Tyrimo metu dalyvių buvo klausiama, kokie yra pagrindiniai rodikliai, kuriais yra matuojama įmonės veikla. Tyrimo dalyviai minėjo tokius finansinius rodiklius kaip pelnas, pardavimo užsakymų skaičius, efektyvumas. Pagrindiniai operatyviniai rodikliai, kuriuos išskyrė tyrimo dalyviai, buvo užsakymų pagaminimo terminas, vieneto savikaina, kokybė, broko skaičius, darbuotojų pasitenkinimas, užsakymo pristatymo greitis, klientų pasitenkinimas.

Pastebėta, kad tyrimo dalyviai nebuvo linkę kalbėti apie finansinius rodiklius ir daugiau dėmesio skyrė operatyviniams rodikliams, kurių daugelis buvo susiję su gamyba.

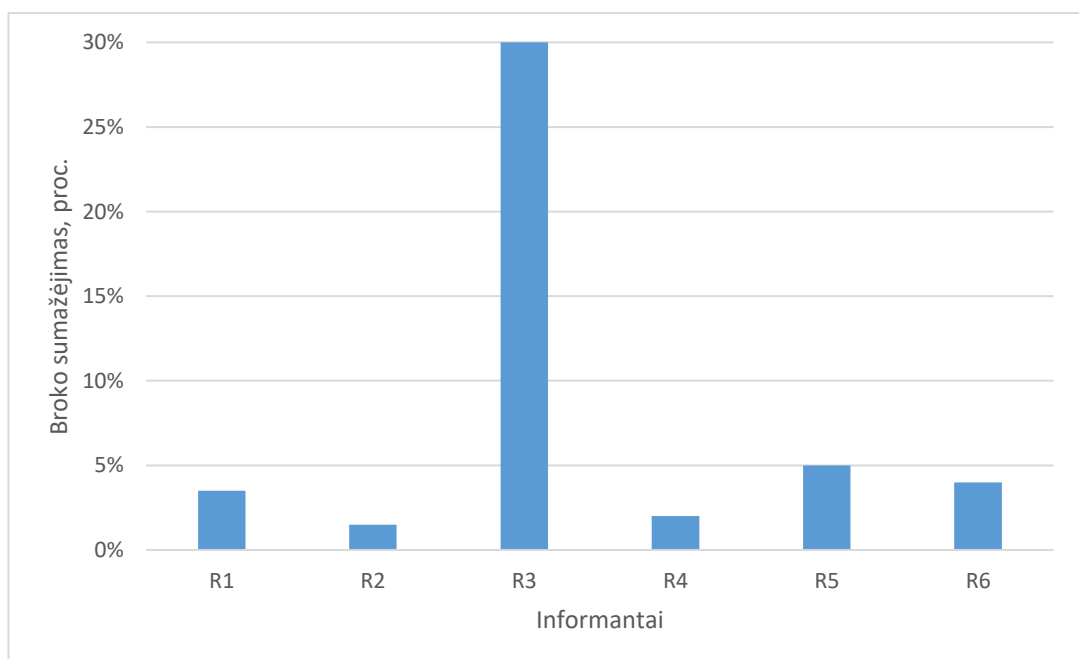
**11 lentelė.** Rodiklių pokyčiai pradėjus taikyti DI

Rodiklių grupė	Rodiklis	Pokytis	Iliustruojanti citata
Operatyviniai	Užsakymų pagaminimo terminas	Termino sutrumpėjimas iki 7 %	„Konkrečiai mūsų odos sukirpimo staklės leido klientams pasiūlyti greitesnį užsakymo pagaminimo terminą maždaug 5–7 % <..>“ <b>R1</b>  „<..> tai mes galim minkštą baldą maždaug 5 % greičiau pagaminti <..>“ <b>R5</b>
	Vieneto savikaina	Savikainos su mažėjimas iki 10 %	„Finansine prasme taip pat išlošėme, nes oda yra labai brangi žaliava, o su odos sukirpimo staklėmis pavyksta sutaupyti apie 15 % žaliavos. Oda dažnai sudaro virš 50 % gaminio savikainos, tai finansine prasme vaizdų atpažinimo technologija padėjo labai stipriai sutaupyti gamybos kaštus.“ <b>R1</b>  „<..> tai turim mažiau žaliavų sunaudojamų apie 8–10 % , kadangi ankstesniuose etapuose išimamos nekokybiškos detalės <..>“ <b>R3</b>  „<..> todėl savikaina odinio baldo mažėja maždaug 7–8 %.<..>“ <b>R5</b>
	Našumas	Našumo padidėjimas iki 50 %	„<..> tai yra mes padidinom nuo 8 dėžių per minutę vienoj linijoje, iki 12.“ <b>R2</b>  „Šiam momentui turime apie 20-25 % didesnę našumą linijoje nei prie pradėdant taikyti vision sistemas <..>“ <b>R3</b>  „<..> vien dėl vaizdų atpažinime kitoj linijoje turim apie 50 % didesnę našumą.“ <b>R4</b>
	Skundų skaičius	Skundų skaičiaus sumažėjimas 0	„Mums labai svarbus yra skundų iš klientų skaičius, vienas iš esminių KPI. <..> Sakyčiau, kad bent du kartus skundų mažiau, vien dėl vision sistemų <..>“ <b>R3</b>  „Tai mes laikom kad nuo kovo mėnesio (kai pilnai apsimokėm sistemą) neturėjom nė

			<p>vienoj defekto, kuris pakliuvo į rinką. Anksčiau kas mėnesį turėdavom 5-8 defektuotus gaminius pakliūnančius į rinką ir dėl to gaunamus skundus &lt;..&gt;“ <b>R6</b></p>
	Brokas	Broko skaičiaus sumažinimas iki 3 kartų	<p>„&lt;..&gt; kalbant apie broko skaičių, kad dėl žmogiškos klaidos būdavo sugadinamas audinys, tai dabar su automatinėmis odos sukirpimo staklėmis beveik nebepasitaiko tokie dalykai, tai nuo 4–5 % brokuotų odos sukirpimų iki 1,5–2 % sumažinom &lt;..&gt;“ <b>R1</b></p> <p>„&lt;..&gt; kiekvienos detalės neapžiūrėsi, tai yra kažkokia tai paklaida dėl defektų. Iš tos informacijos galime pasakyti, kad prieš tai kokybės rodiklis buvo 4%, dabar 2,5 % &lt;..&gt;“ <b>R2</b></p> <p>„&lt;..&gt; nes be jų mes broko skaičių turėtumėm bent 30 % didesnę nei šiai dienai, vien dėl tų kad šių sistemų neturėtumėm &lt;..&gt;“ <b>R3</b></p> <p>„Dar kalbant apie broką, tai dėl teisingų medienos defektų nustatymų laiku, mes galutinio broko sumažinom maždaug 1.5-2% &lt;..&gt;“ <b>R4</b></p> <p>„&lt;..&gt; išmetama maždaug 4-5 % mažiau sugadintos žaliavos, vien dėl žmogiškos klaidos &lt;..&gt;“ <b>R5</b></p> <p>„&lt;..&gt; šioje vietoje (kompiuterinė vizija) turime apie 4 % mažiau brokuotų detalių pereinančių į pakavimo liniją.“ <b>R6</b></p>
	Sisteminių neatitikčių skaičius	Vidinių neatitikčių sumažėjimas iki 3 kartų	<p>„&lt;..&gt; šiam momentui esame pasiekę 0,3 % blogų detalių patenka tarp gerų (buvo 0,8).“ &lt;..&gt; <b>R2</b></p>
	Sisteminių neatitikčių skaičius	Vidinių neatitikčių sumažėjimas iki 3 kartų	<p>„&lt;..&gt; šiam momentui esame pasiekę 0,3 % blogų detalių patenka tarp gerų (buvo 0,8).“ &lt;..&gt; <b>R2</b></p>
	Darbuotojų pasitenkinimas	Didesnis darbuotojų pasitenkinimas	<p>„&lt;..&gt; tai robotus žmogaus ne darbo vietą atėmė, o palengvino. Tai mūsų darbuotojai tik laimingesnis, nes nebereikia monotoniško ir fiziškai sunkaus darbo daryt &lt;..&gt;“ <b>R3</b></p> <p>„&lt;..&gt; atsiranda iš kitų skyrių darbuotojų, kurie mieliau imasi mokytis naujų dalykų ir džiaugiasi suteikta galimybe augti.“ <b>R3</b></p>

	Darbuotojų skaičius	Darbuotojų skaičiaus sumažėjimas	<p>„&lt;..&gt; tai iš 500 sutaupėm apie 100 darbuotojų &lt;..&gt;“ <b>R2</b></p> <p>„&lt;..&gt; tai jei nebūtų vaizdų atpažinimo vietoj vienos sistemos reiktų papildomai 6 žmonių.“ <b>R4</b></p> <p>„&lt;..&gt;tai pagrinde padėjo sutaupyti žmonių skaičių. Iš 14 per pamainą liko 3-4.“ <b>R6</b></p>
<b>Finansiniai</b>	Pardavimo užsakymų skaičius	Pardavimo užsakymų augimas iki 12 %	<p>„&lt;..&gt; kadangi galėjom greičiau gaminti minkštus baldus, tai galėjome ir daugiau pardavimo užsakymų priimti. Kai jau sistema pilnai veikė turėjome apie 12 % daugiau minkštų baldų pardavimų.“ <b>R1</b></p> <p>„Kadangi kiekvienoj linijoj padidėjo našumas apie 30 % tai galėjome tokių baldų daugiau pagaminti ir daugiau užsakymų priimti, maždaug 6-8 % &lt;..&gt;“ <b>R2</b></p>
	Pelnas	Pelno augimas iki 5%	„Pagal tai kokius skaičiavimus atliekam, kokias išvalgas pasidarėm tai apie 5 % pelno daugiau leidžia mums pasiekti (DI planavimas) <..>“ <b>R4</b>

Visos įmonėse buvo išskirtinai pabrėžiamos DI pritaikymo sąsajos su broko mažėjimu. R1 ir R2 įmonėse dėl odos apdirbime naudojamų mašininų vizijos sistemų broko procentas sumažėjo vidutiniškai 4 %. Analizuojant masinės gamybos linijas, kuriose buvo pritaikytos mašininės vizijos sistemos, broko procentas sumažėjo nuo 1,5 % iki 30 %. Broko procento sumažėjimo grafikas pateikiamas 17 paveikslėlyje. R3 įmonė vienoje gamybos linijų turi apie 20 mašininės vizijos sistemų, todėl galima teigti, kad didesnis mašininės vizijos sistemų kiekis ir gaminio kokybės tikrinimas su mašininio regėjimo sistemomis po kiekvieno didesnio gaminio pakeitimo lemia didesnę broko procento sumažėjimą.



**17 pav.** Broko sumažėjimas pritaikius DI kokybės sistemas, proc.

## Operatyviniai rodikliai

Analizuojant operatyvinius rodiklius matoma, kad dirbtinio intelekto pritaikymas turėjo sąsajas su gamybos proceso pokyčiais ir operatyviniais rodikliais, tokiais kaip vieneto savikaina, našumas, skundų skaičius, broko procentas, darbuotojų skaičius ir darbuotojų pasitenkinimas.

Dirbtinio intelekto pritaikymas kokybėje mažina broko skaičių (tyrimo metu nustatyta, kad didžiausias pasiektas broko sumažinimas buvo 30 %), mažina brokuotų gaminių skaičių ir galima pasiekti iki 30 % mažiau broko, kas lemia mažesnę gaminių savikainą, mažiau išmetamų žaliavų ir mažesnę procentą klientams išsiunčiamų nekokybiškų prekių.

Taip pat mašininio regėjimo pritaikymas kokybės kontrolėje gali padidinti našumą iki 50 %. Tyrimo metu nustatyta, kad priklausomai nuo gamybos linijos ir pritaikytos technologijos galima pasiekti, kad per tą patį laiko tarpą būtų pagaminama daugiau gaminių. Šis rodiklis labai svarbus tose gamybos linijos vietose, kuriose šiuo metu yra „butelio kakliukas“ ir gamybos linijos našumas priklauso nuo konkretaus darbo centro našumo.

Dirbtinio intelekto pritaikymas taip pat leidžia sumažinti klientų skundų skaičių. Šis rodiklis yra labai svarbus masinės gamybos baldų gamintojams, kurie turi įsipareigojimų ir tiekia pagamintą produkciją vienam ar keliems pirkėjams. Tyrimo metu nustatyta, kad skundų skaičių galima sumažinti iki 2 kartų.

Dirbtinio intelekto pritaikymas žaliavų paruošime gali padėti sumažinti gaminio savikainą 5–10 %. Mašininės vizijos sistemos optimaliau naudoja žaliavas, sumažindamos išmetamos ir nebe panaudojamos žaliavos kiekį, taip sumažindamos galutinio gaminio savikainą. Tyrimo metu nustatyta, kad galima sutaupyti apie 15 % žaliavos vienam gaminiui. Dirbtinio intelekto kokybės sistemoms prižiūrėti reikia mažiau žmonių, tad, pavyzdžiui, jei viena kokybės sistema pakeičia 7 žmones, o sistemai prižiūrėti užtenka vieno operatoriaus, vadinasi vieneto savikaina, į kurią skaičiuojamas darbuotojų atlyginimas, sumažėja.

Mašininio regėjimo pritaikymas gamybos linijose suteikia galimybę ankstesniuose etapuose pastebėti broką ir anksčiau išimti nekokybišką gaminį iš gamybos, taip jo neapdorojant tolimesniuose etapuose. Anksčiau pastebėtas ir iš gamybos pašalintas gaminys ne tik sumažina nekokybiškų gaminių patekimo pas klientus procentą, bet ir mažina sunaudojamas žaliavas, kurios būtų sunaudotos kituose gamybos etapuose. Laiku pastebėtos brokuotos detalės, apie kurių neatitikimus signalizuoja sistemos, paremtos mašininio regėjimo metodu, gali padėti sumažinti vieneto savikainą 8–10 %, nes bus sunaudojama mažiau žaliavų tam pačiam išėigos kiekiui.

Vienas iš rodiklių, kuris padėjo sumažinti broko skaičių ir bendrai pagerinti gamybos linijos našumą yra broko priežasčių atsekamumas. Pradėjus taikyti dirbtinio intelekto sistemas įmonės turi broko priežasčių atsekamumą. Informanto teigimu, prieš pradėdant taikyti mašininio regėjimo sistemas, surašymus apie broką darydavo žmonės ir informacija nebuvo tiksli ir užfiksuojama laiku. Dabar atlikus analizę ir žinant broko vietą linijoje ir broko priežastį galima ją pašalinti ir taip mažinti broko procentą pašalinant broko priežastis. Galimybė analizuoti broko vietas linijoje, pasikartojimo dažnumą, priežastis padeda siekti gamybinio tobulumo ir sumažinti sisteminių neatitikčių kiekį. Sisteminių neatitikčių kiekis taip pat yra subjektyvus rodiklis, kuriuo įmonė matuoja, kiek galutinių blogų detalių patenka tarp gerų. Mašininės vizijos sistemos šį skaičių gali

sumažinti iki 3 kartų. Sumažėjęs blogų detalių kiekis pakliuvusių tarp gerų yra susijęs su didesniu klientų pasitenkinimu, mažesniu užsakymų gražinimo procentu.

Taip pat išanalizuota, kad dirbtinio intelekto pritaikymas turi sąsajas su darbuotojų pasitenkinimu. Šios sąsajos gali būti ir teigiamos, ir neigiamos. Dalis darbuotojų nepritaria naujoms technologijoms, todėl jų pasitenkinimo procentas mažėja, o dalies darbuotojų pasitenkinimo procentas auga, nes darbas tampa fiziškai lengvesnis. Tad dirbtinio intelekto technologijų pritaikymas gali prisidėti prie darbuotojų pasitenkinimo lygio kilimo, o taip pat suteikti galimybę mokintis naujų dalykų ir taip ugdyti kompetenciją.

### **Finansiniai rodikliai**

Dirbtinio intelekto panaudojimas planavime gali padidinti pelną apie 5 %. Dirbtiniu intelektu paremta planavimo sistema generuoja pelningiausią planą įvertindama daugybę rodiklių, todėl, kaip tyrimo metu išsiaiškinta, yra planuojamas pelno procento augimas, nes sistema kasdien mokosi ir tobulėja, taip suteikdama galimybę įmonėms uždirbti daugiau.

Dirbtinio intelekto pritaikymas kokybės kontrolėje leidžia padidinti bendrą įmonės efektyvumą, kai per tą patį laiko tarpą pagaminama daugiau produkcijos. Kadangi pritaikius mašininės vizijos sistemas galima pasiekti našumo augimą iki 50 %, todėl atsiranda galimybė priimti ir įvykdyti daugiau pardavimų užsakymų.

*Apibendrinant galima teigti, kad dirbtinio intelekto pritaikymas turi sąsajų su įmonių pagrindiniais rodikliais. Tyrimo metu nebuvo atrasta sąsajų su rinka grindžiamais rodikliais, tačiau rastos sąsajos su finansiniais ir operatyviniais rodikliais. Daugiausiai teigiamų sąsajų dirbtinio intelekto sistemų pritaikymas turi su operatyviniais rodikliais. Mašininės vizijos sistemos, skirtos kokybės kontrolei, gali padidinti našumą tose linijose, kuriose jis yra pritaikytas, iki 50 %. Taip pat sėkmingai pritaikytos DI sistemos gali sumažinti vieneto savikainą iki 10 %. Mašininės regėjimo kokybės sistemos gali sumažinti klientų skundų skaičių iki 2 kartų, o broko skaičių iki 3 kartų. Viena mašininės vizijos kokybės sistema gali vidutiniškai pakeisti 6 žmones, todėl tam pačiam procesui atlikti reikalingas mažesnis darbuotojų skaičius. Tyrimo metu nustatyta, kad DI sistemų pritaikymas turi mažiau sąsajų su finansiniais rodikliais, tačiau yra siejamas su pelno ir pardavimo užsakymų augimu. Pritaikyta DI planavimo sistema leidžia pasiekti pelno augimą iki 5 %. Mašininė vizija paremtos kokybės sistemos ir mašininė vizija paremtos sukirpimo staklės padidina našumą ir yra susijusios su pardavimo užsakymų skaičiaus augimu bei suteikia galimybę pasiekti iki 12 % išaugusį pardavimo užsakymų skaičių.*

### **4.2.3. Dirbtinio intelekto taikymo iššūkiai ir perspektyvos**

Tyrimo metu buvo siekiama išsiaiškinti su kokiais sunkumais susidūrė baldų gamybos sektoriaus įmonės taikydamos dirbtinio intelekto technologijas ir kaip sprendė iškilusias problemas.

Analizuojant literatūrą buvo išsiaiškinta, kad dirbtinio intelekto taikymą stabdantys veiksniai gali būti skirstomi į tris kategorijas: technologinius, organizacinius ir aplinkos veiksnius. Tyrimo metu buvo siekiama išsiaiškinti, ar dirbtinio intelekto taikymo procese (nuo tiekėjų paieškos iki tol, kol sistemos pilnai buvo apmokytos) kilo sunkumų ir jei taip, kaip jie buvo sprendžiami.

Informantai išskyrė technologinius ir organizacinius sunkumus. Komunikacija su tiekėjais, nuolatinis sistemos tobulinimas yra būtinas, tačiau jei tiekėjai (įrangos gamintojai ar aptarnautojai)



turi didelį užimtumą ar važinėja iš kitų miestų ar šalių, tada tampa labai sudėtingas sistemos aptarnavimo procesas. Kadangi vaizdų atpažinimo sistemos nuolat mokosi, jas reikalinga papildyti algoritmais, todėl, kaip informantai minėjo, yra labai patogu, kai sistemos kūrėjai ir prižiūrėtojai yra laisvai pasiekiami ir gali greitai suteikti reikiamą aptarnavimą. Taip pat buvo išskiriamas sistemų veikimas, kai kam tikrais atvejais yra sudėtinga perprasti funkcionalumą ir dirbti su juo, todėl tam vėl reikalinga tiekėjų pagalba.

Technologinė problema su tiekėjais buvo sprendžiama įmonės viduje sukuriant dirbtinio intelekto palaikymo ir tobulinimo komandą, kuri toliau, poreikiui esant, bendraudama su tiekėjais, tačiau greičiau ir efektyviau sprendžia iškilusias dirbtinio intelekto sistemų problemas ir atlieka patobulinimus. Pagrindinės priežastys, kodėl turint kelias dirbtinio intelekto sistemas yra svarbu greitas ir kokybiškas aptarnavimas, yra tai, kad sistemoms dažnai prireikia atlikti patobulinimus ir, jei įvyksta kažkokie gedimai, jie gali būti kritiškai svarbūs ir stabdyti gamybos procesą. Įmonėms, kurios planuoja taikyti dirbtinį intelektą, rekomenduojama, kad tiekėjai būtų lengvai pasiekiami (tiek infrastruktūriškai, tiek laiko prasme) ir įsivertintų savo galimybes teigti kokybišką sistemų aptarnavimo procesą. Didelėms įmonėms, kurios planuoja naudoti ar didinti dirbtinio intelekto sistemų skaičių, rekomenduojama pasvarstyti apie savo padalinio įkūrimą, o vidutinėms įmonėms ir pirmą kartą DI taikančioms įmonėms rekomenduojama tiekėją pasirinkti taip, kad poreikiui esant būtų galima greitai sureaguoti ir atvykti į įmonę, kad aptarnavimo procesas būtų efektyvesnis.

Taip pat, kaip vienas iš technologinių sunkumų buvo išskirtas tinkamų kamerų, kurios būtų pritaikytos pagal linijų greitį ir kitus parametrus, parinkimas. Informantai taip pat išskyrė, kad ne visi DI algoritmai pasiteisina, todėl kartais beveik pilnai pritaikius sistemą tenka ją keisti, nes nepasiekiamas norimas rezultatas. Informantas R6 teigė, kad galima priežastis yra nepasiektas duomenų prisotinimas, nes vienai sistemai apmokyti kartais reikia 10–20 tūkstančių nuotraukų, kurias jau turi būti apžiūrėjusi kokybės kontrolė, kurios turi turėti įvairių defektų, o tai yra laikui imlus procesas.

Pagrindiniai organizaciniai sunkumai yra susiję su darbuotojais. Kadangi įmonėse dirba nemažai žmonių, tai, priklausomai nuo jų patirties, požiūrio, išsilavinimo ir kitų įvairių veiksnių, skiriasi darbuotojų požiūris į dirbtinio intelekto sistemas. Galima teigti, kad naujoves dažniausiai gąsdina darbuotojus, todėl reikalinga edukacija, siekiant, kad darbuotojai priimtų naujausias technologijas ir jos prigytų. Taip pat informantai išskyrė problemą, kad ne visi darbuotojai norėjo ar buvo pajėgūs išmokti sudėtingą sistemų veikimą ir valdymą, todėl jie buvo perskirstyti į kitas pozicijas. Taip pat svarbu paminėti, kad tyrimo dalyvių teigimu darbuotojams didesnę nerimą kelia robotai, kurie dažniausiai naudojami ne kaip pagalba, o kaip žmogaus pakeitimas gamybos linijoje.

Tyrimo metu taip pat išskirti barjerai ir sunkumai, kurie nepriskiriami nei operatyviniams nei technologiniams sunkumais. Respondentai išskyrė atsipirkimo aspektą, kad DI sistemos sunkiai atsiperka ir jų pritaikymas ir paruošimas naudojimui, iki to momento, kai galima pilnai pasitikėti sistema, yra keletą kartų ilgesnis nei kitų gamybos linijų technologijų. Informantas R6 palygino mašininio regėjimo sistemų projekto realizavimą ir kitų gamybos linijos projektų realizavimą: „jei kitų automatizavimų įrenginiams užsidedame terminą, kad paleisim jau pilnai pritaikysim per 2–3 mėnesius, tai su kompiuterinėmis sistemom užsidedam apie 1m, nes tai yra kasdienis darbas“. Kadangi sistemą pilnai apmokyti užtrunka ilgą laiko tarpą, tai kainuoja daug darbuotojų laiko, pastangų, sklandžios komunikacijos. Apibendrinti iššūkiai ir juos iliustruojančios citatos pateikiami 12 lentelė.

**12 lentelė.** Sunkumai, kurie kilo taikant DI

<b>Iššūkiai</b>	<b>Iliustruojanti citata</b>
<b>Technologiniai</b>	<p>„&lt;..&gt; tai didelė problema buvo, kad pradėjom dirbti su vienais tiekėjais iš kito miesto, o su kiekvienu defektu atsiranda vis naujų dalykų, kuriais reikia papildyti sistemą. Ir tada labai sudėtingas yra prisikvietimas to serviso, kad jie aprašytų šitą defektą. Antras dalykas, tai per atstumą tiekėjai nesupranta kas per problema, tai palaikymas labai sudėtingas gaudavosi.“ <b>R2</b></p> <p>„&lt;..&gt; labiausiai techniniai dalykai, kai pavyzdžiui neaišku kodėl roboto ranka sustojo vienoje ar kitoje vietoje. Arba nususika į poilsio režimą ne į tą poziciją.“ <b>R5</b></p> <p>„&lt;..&gt; tai vienai sistemai po jos paleidimo vidutiniškai skaičiavom kyla apie 218 problemų, kurias reikia išspręsti norint pilnai pasitikėti sistema.“ <b>R6</b></p> <p>„Kas dar sudėtinga buvo, tai dažnai kaip detektyvai turim išsiaiškinti kodėl kartais sistemose detalės nėra nuskaitomos. Pavyzdžiui pravažiuoja dvi detalės traukinuku, kažkoks trikdys ir antra detalė nenuskaitoma &lt;..&gt;“ <b>R6</b></p> <p>„Vienoje linijoje buvo bandoma pritaikyti kompiuterinę viziją bet ten greitis labai didelis, todėl pavyko pasiekti tik 70 gerų detalių atpažinimą, todėl teko keisti algoritmus ir perdaryti sistemą &lt;..&gt;“ <b>R6</b></p>
<b>Organizaciniai</b>	<p>„Aš kaip visad sakau, tos naujausios technologijos didžiausia problema mūsų darbuotojams, kuriems naujovės siejasi su kažkokia nežinomybe ir baime. Tai teko tikrai ne vienam darbuotojui įrodinėti, kad naujas sprendimas prisidės ne tik prie įmonės gerovės, bet ir ugdyt patį darbuotoją, kai jis įgaus kokių nors naujų žinių.“ <b>R1</b></p> <p>„Vieni (darbuotojai) labiau imlūs, kiti mažiau. Vis tiek tai yra sudėtingos, sunkiai suprantamos sistemos, tai kai kuriems žmonėms būna per sunku suprasti, tai tada žmonėms yra pasiūloma kita darbo vieta. Atsiranda iš kitų skyrių darbuotojų, kurie mieliau imasi mokytis naujų dalykų.“ <b>R3</b></p> <p>„&lt;..&gt; užtrunka kol darbuotojai išmoksta, kol prisitaikom sistemą, kol apsimokinom. Tam reikėjo daug resursų ir laiko&lt;..&gt;“ <b>R4</b></p>
<b>Kiti sunkumai</b>	<p>„&lt;..&gt; aišku šitos sistemos yra sudėtingos ir sunkiai atsiperka &lt;..&gt;“ <b>R6</b></p> <p>„&lt;..&gt; jei kitų automatizavimų įrenginiams užsidedame terminą, kad paleisim jau pilnai pritaikysim per 2-3 mėnesius, tai su kompiuterinėmis sistemom užsidedam apie 1m, nes tai yra kasdienis darbas. Kasdien siunčiami laiškai, bendraujama, ieškoma sprendimų &lt;..&gt;“ <b>R6</b></p>

Apibendrinant galima teigti, kad kritinių sunkumų, kurių įmonės nebūtų išsisprendusios, nėra. Aplinkos veiksniai, kurie sukeltų sunkumus dirbtinio intelekto taikymo procese nebuvo išskirti. Pagrindiniai technologiniai stabdantys veiksniai yra problemos su tiekėjais, dažnas sistemos aptarnavimas ir tobulinimai, sudėtingas sistemos veikimas. Taip pat yra sudėtinga iš pirmo karto parinkti tinkamas kameras ir algoritmus, todėl kartais taikymo procese tenka keisti reikalingą techninę ir programinę įrangą, algoritmus ar net tiekėjus. Pagrindiniai organizaciniai sunkumai yra susiję su darbuotojais, kadangi reikalingas didesnis pasiruošimas sistemos naudojimui. Darbuotojai ne visada yra linkę į naujoves ir tokios sistemos, kaip dirbtinis intelektas kablelis gali sukelti atmetimo reakciją. Įmonės šias problemas išsprėdė edukuodamos darbuotojus bei suteikdamos galimybę pakeisti poziciją.

## Dirbtinio intelekto taikymo perspektyvos

Tyrimo metu taip pat buvo siekiama išanalizuoti dirbtinio intelekto taikymo baldų gamybos sektoriuje perspektyvas. Informantų buvo klausiami apie dabar naudojamų technologijų plėtrą, apie naujų dirbtinio intelekto sistemų taikymą per artimiausius 3 metus.

Didžiausios įmonės, kurios jau dabar naudoja 25–100 dirbtinio intelekto sistemų ir toliau planuoja dirbtinio intelekto plėtrą ir pritaikymą kitose gamybos linijose ir kituose procesuose. Mažesnės įmonės, kuriose yra daugiau rankinio darbo, artimiausiems trims metams yra nusimačiusios daugiau automatizavimo, daugiau robotų ir pagal galimybes dirbtinio intelekto sistemų taikymą. Dar viena įmonė dirbtinio intelekto plėtros neplanuoja, nes šiuo metu turimas pakankamas pajėgumų kiekis užsakymų įvykdymui.

**13 lentelė.** DI taikymo perspektyvos per ateinančius 3 metus

Sritis, kurioje numatoma plėtra	Iliustruojanti citata
Pakavimas	<p>„&lt;..&gt; sekantis dirbtinis intelektas, kurį norim toliau vystyti, tai kad pakavime nuo šitos bėgančios linijos (rodoma skaidrėse) nukrovus tas detales, atvažiuotų automatiškai vežimėlis, kuris supranta kokios tai yra detalės ir nuvestų kurs jos reikia, arba kur jos pakavime trūksta. Ir intelekto reiks čia, nes reikia apskaičiuoti kada baigsis, matyt kur kada nuvažiuot ir panašiai.“ <b>R2</b></p> <p>„Kol kas domimės pakavimu, nes vyksta pakavimas, žmogus deda rankomis detales, tai irgi į ateitį žiūrint sieksim įdarbinti sistemas išmanias, kurios atpažintų produktą ir tą produktą krautų nebe žmonės rankomis, o sistemos atpažintų ir robotai krautų.“ <b>R3</b></p> <p>„&lt;..&gt; pakavime turim spragų, bet vargu ar didelius pokyčius darysim per artimiausius metus &lt;..&gt;“ <b>R5</b></p>
Kokybės sistemos	<p>„Mes norim ką pasidaryti, tai automatizuoti visų duomenų surinkimą, kas yra dar pusiau rankinis. Vis tiek reikia duomenų adaptaciją daryti rankom. &lt;..&gt;“ <b>R2</b></p> <p>„Norim dar vienos medienos kokybės sistemos, kuri dirbtų vaizdų atpažinimo principu. Tai ji pakeis 6 darbuotojus. Norim patobulinti tą vieną rūšiavimo sistemą, nes esama sistema jau nebe tokia efektyvi, reiktų atnaujinti, praplėsti. Perspektyvų nusimatę, tik laiko reikia.“ <b>R4</b></p> <p>„&lt;..&gt; vasarą bandysim mašininio mokymosi grįstą vaizdų atpažinimą, tai tikimės dar geresnių rezultatų &lt;..&gt;“ <b>R6</b></p> <p>„Na mes planuojam įsidiesti į kitas likusias dvi linijas sistemas. Taip pat dėl kiaurymių ir gręžimų reikėtų pilnai kitas dvi linijas pajungti &lt;..&gt;“ <b>R6</b></p>
Plėtra neplanuojama dėl užtekintų pajėgumų	<p>„Per ateinančius 3 metus naujų technologijų nesiruošiamo diegtis, nes turimos staklės ir taip dirba ne visą darbo dieną. Todėl kol kas turime pakankamai</p>

	<i>gamybinių pajėgumų tam, kad įmonė per ateinančius metus dar labiau išsiplėstų ir be technologijų diegimo.“</i> <b>RI</b>
--	--

*Apibendrinant galima teigti, kad įmonės, kurios keliose gamybos linijose naudoja dirbtinio intelekto technologijas planuoja plėtrą į kitas linijas. Taip pat pastebima, kad labiausiai probleminė vieta baldų gamybos sektoriuje yra pakavimas, kuriame gali dirbti net iki 60 % įmonės darbuotojų. Net 4 iš 6 tyrime dalyvavusių įmonių išskyrė pakavimą kaip sritį, kurioje planuojamas dirbtinio intelekto taikymas, siekiant proceso optimizavimo ir kaštų mažinimo.*

### **4.3. Tyrimo rezultatų apibendrinimas ir rekomendacijos**

Apibendrinant tyrimo rezultatus galima teigti, kad dirbtinio intelekto pritaikymas baldų gamybos įmonėse daugiausiai sąsajų turi su operatyviniais rodikliais, iš kurių daugelis yra tiesiogiai susiję su gamyba. Tyrimo metu buvo išsiaiškinta, kad dirbtinio intelekto pritaikymas daro įtaką gamybos procesams, tačiau iš esmės neturi esminių sąsajų su verslo pasikeitimais, todėl galima teigti, kad dirbtinis intelektas keičia gamybos procesus, tačiau neturi esminių sąsajų su verslo procesu pokyčiais.

Apibendrinant tyrime analizuotus rodiklius matoma, kad pagrindinis rodiklis, kuris turi sąsajų su dirbtinio intelekto pritaikymu, yra brokas. Pritaikytos mašininės vizijos, kuri yra išskiriama kaip viena iš kompiuterinės vizijos dalių, sistemos padeda sumažinti broką iki 30 %. Dėl broko atsekamumo galima tobulinti sistemas, galima tobulinti gamybos procesą ir mažinti broko procentą, ir kaip tyrimo metu nustatyta, sumažinti broko procentą atskirose linijose iki beveik 0 %. Sumažėjęs broko procentas yra susijęs ir su sumažėjusių klientų skundų skaičiumi, kas yra ypatingai svarbu masinės baldų gamybos įmonėms, turinčioms įsipareigojimus vienam pirkėjui.

Mašininės vizijos sistemos taip pat taikomos ir odos apdorojimo procese, kur oda nuskaitoma, ant jos optimaliu būdu išdėliojami trafaretai taip galima sutaupyti odos žaliavos, kuri yra išskiriama kaip vienas brangiausių pagrindinių komponentų odos baldų gamyboje. Naudojant dirbtiniu intelektu paremtas odos apdorojimo stakles galima sutaupyti žaliavos iki 15 % ir pasiekti apie 7,5 % vieneto savikainos sumažėjimą.

Baldų gamybos įmonėse taip pat naudojamas planavimas, kuris yra paremtas DI. Planavimas apima pirkimus, pardavimus, gamybos suplanavimą, resursų ir įrenginių suplanavimą. Pritaikius DI planavimą galima pasiekti iki 5 % didesnę pelną, nes planavimas visada generuoja pelningiausią planą.

Pagrindiniai privalumai, kuriuos gauna baldų gamybinės įmonės, pradėjusios taikyti dirbtinį intelektą, yra sumažėjęs broko procentas, sumažėjęs skundų skaičius iš pirkėjų, pelningumo išaugimas, padidėjęs našumas, dėl dirbtinio intelekto sistemų jautrumo išaugusi bendra darbo etika (dulkių, nešvarumų šalinimas). Apibendrintai galima teigti, kad tinkamai parinktos ir pritaikytos DI sistemos padeda greičiau, efektyviau ir pigiau vykdyti pardavimo užsakymus, taip sukuriant galimybę dėl išaugusio našumo įvykdyti dar daugiau pardavimo užsakymų. DI sistemos, kurios tyrimo metu analizuotose įmonėse naudojamos kokybės užtikrinime, procesų automatizavime ir planavime, prisideda prie bendro įmonės konkurencingumo auginimo,

## Rekomendacijos

Apibendrinant tyrimo rezultatus rekomendacijas norima pateikti analizuotoms įmonėms. Rekomendacijos pateikiamos pagal tyrimo metu surinktą informaciją bei remiantis literatūros analize.

Apibendrinant tyrimo metu išsiaiškintą baldų gamybos įmonių situaciją, išanalizavus naudojamas technologijas galima teigti, kad viena iš problemų – pakavimas. Kietųjų (korporinių, MDP plokštės) baldų gamintojams rekomenduojama investuoti į pakavimo linijų sprendimus, kurie yra paremti DI. Šiuo metu visos tyrime dalyvavusios kietųjų baldų gamintojos (R2, R3, R4, R6) išsakė pakavimo problemą, kad tai yra procesas, kuriame šiuo metu dirba daugiausiai darbuotojų ir kuris kelia daugiausiai problemų. Rinkoje yra įvairių sprendimų, pagrįstų mašinine vizija ir mašiniu mokymosi. Šios sistemos nuskenuoja gaminį ir išpjauna, išlanksto tinkamo dydžio dėžę. Tai galėtų sumažinti darbuotojų skaičių ir padėti spręsti iškilusias problemas bei efektyvinti žaliavų sunaudojimą ir didintų našumą.

Didžiausius pardavimus generuojančioms įmonėms (informantai R2, R3, R6) rekomenduojama apsvarstyti planavimo sistemos, kuri paremta DI planavimo metodu, taikymą. Planavimo sistemos gali padidinti pelną, įvertinti prognozes ir ne tik sugeneruoti gamybos planus, bet ir pelningiausias pardavimus. Kadangi ši investicija yra brangi ir sistemos apmokymas gali užtrukti iki dviejų metų, tai rekomenduojama daryti tik didelius pardavimus ir pelningumą turinčioms įmonėms, nes kitu atveju tai gali būti per brangi ir neatsiperkanti investicija.

Bendra rekomendacija kokybės sistemas naudojančioms įmonėms yra praplėsti kokybės sistemas į kitas linijas. Taip pat dar viena iš rekomendacijų yra pasiekti reikalingą kiekį duomenų prisotinimą. Tyrimo metu nustatyta, kad įmonės nebūtinai pabaigia DI sistemos diegimą ir dėl ilgo proceso, didelio duomenų poreikio projekto įgyvendinimo eigoje DI technologijos yra atsisakoma, nors investuota daug laiko ir pastangų.

Tyrimo metu nebuvo rasta informacijos apie DI sistemų naudojimą nuspėjamojoje įrangos priežiūroje. Atlikus literatūros analizę buvo nustatyta, kad tai yra viena iš pagrindinių sričių, kur naudojamos DI sistemos. DI įrangos nuspėjamosios priežiūros sistemos gali iš anksto įspėti apie įrangos gedimus, įvertinti įrangos nusidėvėjimą ir galimus gedimus. Tai galėtų daug įrenginių, mašinų ir sistemų turinčioms įmonėms sumažinti išlaidas ir išvengti gamybos linijų stabdymo dėl įrangos gedimų.

Tyrime taip pat nebuvo rasta informacijos apie DI panaudojimą produktų ir dizainų kūrime. Minkštų, nišinių baldų gamintojams (R1, R5) rekomenduojama apsvarstyti naujų produktų kūrimą naudojant DI sistemas, kurios gali padėti išanalizuoti pirkėjų poreikius, pasiūlyti išskirtinius dizainus.

Taip pat bendra rekomendacija įmonėms yra ta, jog renkantis tiekėjus rekomenduojama atsižvelgti tiek į tiekėjų užimtumą, tiek į vietą, kurioje įmonė vystoma, nes (kaip nustatyta tyrimo metu) yra labai patogu, kai tiekėjai yra įsikūrę šalia ir gali greičiau sureaguoti į problemą, nes daugelis situacijų yra išsprendžiamų tik gamybos vietoje, todėl reikalingas tiekėjų atvykimas.

## Išvados

1. Dirbtinis intelektas yra viena iš naujausių technologijų sulaukiančių vis draugiau dėmesio. Šios technologijos naudojimas pramonėje įgauna vis didesnę pagreitį ir yra vienas iš konkurencinį pranašumą kuriančių veiksmų. Dirbtinio intelekto sistemų taikymas gali būti brangus, sudėtingas ir pareikalauti pokyčių įmonės verslo procesuose, todėl prieš pradėdant taikyti DI yra naudinga žinoti, kokius rezultatus dirbtinio intelekto pritaikymas gali leisti pasiekti.  
Analizuojant kitų autorių atliktus tyrimus buvo siekiama nustatyti vadovų ir įmonių atstovų požiūrį į DI taikymą. Remiantis PwC (Rao & Verweij, 2017) apklausa, 70 % lyderių mano, kad DI yra naudingas jų verslui. Dar apie 50 % mano, kad DI gali padidinti produktyvumą ir skatinti augimą. Küpper (2018) metais atliktame tyrime buvo nustatyta, kad apie 87 % tyrimo dalyvių teigė, kad per ateinančius trejus metus planuoja pradėti taikyti dirbtinį intelektą gamyboje, tačiau tik 28 % parengė išsamų įgyvendinimo planą, o likusiems 72 % apklausoje dalyvavusių organizacijų trūksta detaliųjų planų. Tai leidžia teigti, kad gamybinės įmonės domisi investicijomis ir DI taikymu, tačiau dėl tam tikrų priežasčių tik daliai įmonių pavyksta pritaikyti DI savo įmonės veikloje. Priežastys, kodėl DI planuojama taikyti, tačiau jis nėra pritaikomas daugelyje gamybos įmonių gali būti susijusios su finansiniais sunkumais, sudėtingo ir ilgo DI pritaikymo, darbuotojų ir vadovybės požiūrio į naujoves.  
Gamyba yra viena iš svarbiausių pramonės šakų pasaulio ekonomikoje, kurioje 2019 m. ji sudarė maždaug 16 % pasaulio BVP ir visame pasaulyje pagamino 13,9 trilijonus produkcijos. Lietuvoje pramonė yra labai svarbi šalies ekonomikai. Visa pramonė 2022 metais sukūrė apie 23 %, o apdirbamoji pramonė – apie 19 % visos šalies sukuriamos bendrosios pridėtinės vertės. Baldų pramonė sudaro 8,9 % visos pagaminamos apdirbamosios pramonės produkcijos. Dėl baldų gamybos sektoriaus svarbos ir reikšmės Lietuvos ekonomikai, dėl bendro sektoriaus technologinio lygio kyla poreikis analizuoti, kaip DI taikymas yra susijęs su įmonių veiklos rezultatais, išanalizuoti, kokie sunkumai kilo baldų įmonėms DI taikymo procese, kokie pagrindiniai pokyčiai buvo pasiekti pritaikius DI sistemas.
2. Atlikus literatūros analizę pastebima, kad dirbtinio intelekto pritaikymas turi sąsajas tiek su verslo ir gamybos procesų pokyčiais, tiek su įmonių veiklos rodikliais. Atlikus literatūros analizę nustatyta, kad yra įvairių dirbtinio intelekto klasifikavimų. Remiantis galimybėmis išskiriami šie DI tipai: siauras, bendras, super DI. Remiantis funkcionalumu išskiriami šie DI tipai: reaktyvios mašinos, ribotos apimties mašinos, proto teorijos DI, savęs suvokimo DI. Analizuojant DI sistemų tipus, remiantis Doshi (2020) klasifikavimu išskiriami šie dirbtinio intelekto metodai: mašininis mokymasis, natūralios kalbos apdorojimas, ekspertų sistemos, regėjimas, kalba, planavimas, robotika. Sudarant teorinį modelį buvo remiamasi Doshi (2020) DI metodų klasifikavimu. Analizuojant veiklos rezultatus pastebėta, kad veiklos rezultatus galima analizuoti ir skirstyti įvairias būdais. Sudarant teorinį modelį ir tolimesniame tyrime buvo naudojamas Asghar Afshar Jahanshahi (2012) veiklos rezultatų klasifikavimas, kur veiklos rezultatai yra skirstomi į operatyvinius, finansinius ir rinką grindžiamus veiksmus. Dirbtinio intelekto panaudojimo galimybės įmonėse yra plačios, priklausomai nuo sektoriaus ir įmonių specifikos gali būti naudojami skirtingi dirbtinio intelekto metodai. Dirbtinis intelektas gamybos sektoriuje dažniausiai taikomas kokybės kontrolėje, įrangos palaikymo numatyme, planavime.
3. Parengus dirbtinio intelekto taikymo sąsają su Lietuvos gamybinių įmonių rezultatais metodologiją nustatyta, kad Lietuvoje baldų sektorius yra vienas iš potencialiausių ir didelę vertę Lietuvos ekonomikai kuriančių sektorių. Taip pat Lietuvos baldų gamybos sektoriui yra

prognozuojamas augimas ir numatomos didelės investicijos į technologijų plėtrą. Dėl šių priežasčių buvo pasirinktas analizuoti baldų sektorius. Atliekant metodologiją išsiaiškinta, kad dirbtinis intelektas dažniau taikomas didelėse baldų gamybos įmonėse, todėl tyrimui pasirinktos būtent tokios įmonės. Empirinio tyrimo metu buvo atliekamas pusiau struktūrizuotas interviu su šešiomis Lietuvos baldų gamybos įmonėmis. Tyrime dalyvavusios įmonės buvo atsirenkamos pagal įmonių dydį (darbuotojų skaičių) ir taikant sąlygą, kad įmonėje taikomas DI. Tyrime dalyvavo dvi minkštų baldų ir keturios kietų baldų gamintojos. Informantai, kurie atstovavo įmones, buvo išrinkti pačių įmonių kaip atstovai, kurie geriausiai išmano DI sistemas ir jų sąsajas su veiklos rezultatais. Tyrimo metu buvo atliekami interviu su tokių specialybių atstovais: įmonės vadovas, gamybos vadovas, gamybos planavimo vadovas, projektų inžinierius, vyriausi technologai. Tyrimo metu buvo susiduriama su įvairiais apribojimais, nes buvo sudėtinga rasti tyrimui tinkančias įmones, kurios sutiktų dalyvauti tyrime. Taip pat vienas iš tyrimo apribojimų yra tai, kad rezultatai nebūtinai atspindės globalią baldų sektoriaus situaciją ir dėl tyrimo dalyvavusių įmonių skaičiaus rekomendacijos bus taikomos tik tyrime dalyvavusioms įmonėms.

4. Atlikus dirbtinio intelekto taikymo sąsajų su įmonių veiklos rezultatais tyrimą didelėse Lietuvos baldų gamybos įmonėse nustatyta, kad yra nemažai sąsajų tarp dirbtinio intelekto pritaikymo ir veiklos rezultatų pokyčių. Dirbtinis intelektas turi sąsajas su operatyviniais rodikliais, tokiais kaip vieneto savikaina, našumas, darbuotojų pasitenkinimas. DI pritaikymas gali padidinti našumą linijoje iki 50 %, kai DI sistemos naudojamos kokybės kontrolėje. Mašininės vizijos kokybės sistemos taip pat gali sumažinti klientų skundų skaičių iki 2 kartų, o broko skaičių iki 3 kartų.

Pagrindiniai finansiniai rodikliai, tarp kurių nustatytos sąsajos, yra pelningumas ir pardavimo užsakymų skaičius. Pritaikyta DI planavimo sistema leidžia pasiekti pelno augimą iki 5 %. DI sistemos taip pat gali padidinti pardavimo užsakymų skaičių iki 12 %. Pagrindiniai sunkumai su kuriais susidūrė įmonės su kuriais susidūrė įmonės skirčiau kableliais yra susiję su darbuotojais, nes ne visi darbuotojai buvo linkę priimti naujas technologijas ir mokytis reikiamų dalykų. Taip pat nustatyta, kad išliko problemų su įrangos tiekėjais dėl sudėtingo sistemos aptarnavimo. Apibendrinant galima teigti, kad dirbtinio intelekto pritaikymas yra susijęs su gamybos pokyčiais bei turi teigiamas sąsajas su operatyviniais ir finansiniais rodikliais.

## Literatūros sąrašas

1. Afiouni, R., & Afiouni-Monla, R. (2019). Association for Information Systems Association for Information Systems Organizational Learning in the Rise of Machine Learning Organizational Learning in the Rise of Machine Learning in the Rise of Machine Learning. *Organizational*, 1. Gauta sausio 4, 2023, [https://aisel.aisnet.org/icis2019/business\\_models/business\\_models/2](https://aisel.aisnet.org/icis2019/business_models/business_models/2)
2. Ågerfalk, P. J. (2020). Artificial intelligence as digital agency. *European Journal of Information Systems*, 29(1), 1–8. Taylor and Francis Ltd.
3. Akerkar, R. (2019). Artificial Intelligence for Business. SpringerBriefs in Business. Cham: Springer International Publishing. Gauta vasario 28, 2023, <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-97436-1>
4. Aleknevičienė, J., Pocienė, A., & Šupa, M. (2020). *Kaip parašyti mokslinį rašto darbą? Mokomoji priemonė Vilniaus universiteto Filosofijos fakulteto kriminologijos ir sociologijos studentams*.
5. Ali, A. A., Mahmood, A., Ikram, A., & Ahmad, A. (2020). Configuring the drivers and carriers of process innovation in manufacturing organizations. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(4), 1–22. MDPI AG.
6. Al-Imam, A., Motyka, M. A., & Jędrzejko, M. Z. (2020). Conflicting opinions in connection with digital superintelligence Biometric Analysis of Determinants of Binocular-Stereoscopic Vision in Homo Sapiens View project Conflicting opinions in connection with digital superintelligence. *IAES International Journal of Artificial Intelligence (IJ-AI)*, 9(2), 336–348.
7. Alsheibani, S. A., Messom, C., Cheung, Y., & Alhosni, M. (2020). Association for Information Systems Association for Information Systems Reimagining the Strategic Management of Artificial Intelligence: Reimagining the Strategic Management of Artificial Intelligence: Five Recommendations for Business leaders Five Recommendations for Business leaders. Gauta sausio 10, 2023, [https://aisel.aisnet.org/amcis2020/is\\_leadership/is\\_leadership/4](https://aisel.aisnet.org/amcis2020/is_leadership/is_leadership/4)
8. Asghar Afshar Jahanshahi. (2012). Analyzing the effects of electronic commerce on organizational performance: Evidence from small and medium enterprises. *AFRICAN JOURNAL OF BUSINESS MANAGEMENT*, 6(22). Academic Journals.
9. Baier, L., Seebacher, S., & paper Baier, R. (2019). CHALLENGES IN THE DEPLOYMENT AND OPERATION OF MACHINE LEARNING IN PRACTICE0-Entwicklung eines methodischen Baukastens zur Gestaltung von Big Data Dienstleistungen View project Blockchain Business Networks View project CHALLENGES IN THE DEPLOYMENT AND OPERATION OF MACHINE LEARNING IN PRACTICE. Gauta sausio 4, 2023, <https://www.researchgate.net/publication/332996647>
10. Balamurugan, E., Flaih, L. R., Yuvaraj, D., Sangeetha, K., Jayanthiladevi, A., & Kumar, T. S. (2019). Use Case of Artificial Intelligence in Machine Learning Manufacturing 4.0. *Proceedings of 2019 International Conference on Computational Intelligence and Knowledge Economy, ICCIKE 2019* (p. 656–659). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
11. Bao, M. (2019). Can Home Use of Speech-Enabled Artificial Intelligence Mitigate Foreign Language Anxiety – Investigation of a Concept. *SSRN Electronic Journal*. Elsevier BV. Gauta vasario 27, 2023, <https://papers.ssrn.com/abstract=3431734>
12. Barrett, A. M., & Baum, S. D. (2017). *A Model of Pathways to Artificial Superintelligence Catastrophe for Risk and Decision Analysis*. *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence* (T. 29). Gauta <http://sethbaum.com>\*<http://tony-barrett.com>\*<http://gcrinstitute.org>



13. Bawa, A. (2019). MARKET-BASED PERFORMANCE MEASURES: A SHAREHOLDER'S PERSPECTIVE.
14. Bishop, L. (2009). *Principles-Respect, Justice, Nonmaleficence, Beneficence Adapted with permission from.*
15. Borges, A. F. S., Laurindo, F. J. B., Spínola, M. M., Gonçalves, R. F., & Mattos, C. A. (2021). The strategic use of artificial intelligence in the digital era: Systematic literature review and future research directions. *International Journal of Information Management*, 57. Elsevier Ltd.
16. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2019). *ARTIFICIAL INTELLIGENCE, FOR REAL.*
17. Buntak, K. (s.a.). Application of Artificial Intelligence in The Business Integrated actions towards enhanced e-mobility in European regions View project City Koprivnica as a Smart City View project Krešimir Buntak 1 Matija Kovačić Maja Mutavdžija APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE BUSINESS. *International Journal for Quality Research*, 15(2), 403–416. Gauta vasario 28, 2023, <https://www.researchgate.net/publication/351864191>
18. Buntak, K., Kovačić, M., & Mutavdžija, M. (2021). Application of Artificial Intelligence in The Business. *International Journal for Quality Research*, 15(2), 403–416. Centar for Quality.
19. Cem Dilmegani. (2023a). . Gauta kovo 5, 2023, <https://research.aimultiple.com/ai-stats/>
20. Cem Dilmegani. (2023b). 45 Statistics, Facts & Forecasts on Machine Learning [2023]. Gauta vasario 27, 2023, <https://research.aimultiple.com/ml-stats/>
21. Champion, M. (2015). Business Performance Measures – Skillmaker. Gauta kovo 5, 2023, <https://www.skillmaker.edu.au/business-performance-measures/>
22. Chinonso Iwuanyanwu, C., & Iwuanyanwu, C. C. (2021). Determinants and Impact of Artificial Intelligence on Organizational Competitiveness: A Study of Listed American Companies. *Companies. Journal of Service Science and Management*, 14, 502–529. Gauta vasario 14, 2023, <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
23. Cognex. (2016). *Introduction to Machine Vision 2.*
24. Cristea, M.-A. (2022). How AI Can Help Improve Your Organization's Performance - Business Review. Gauta kovo 5, 2023, <https://business-review.eu/tech/how-ai-can-help-improve-your-organizations-performance-228261>
25. Čivilis, E., Vilda, G., Gričius, V., & Vertelka, P. (2020). *LIETUVOS DIRBTINIO INTELEKTO STRATEGIJA.* Gauta <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/draft-ethics-guidelines->
26. Doshi, S. (2020, lapkričio). *Commonsense Validation and Reasoning using Natural Language Processing.*
27. Eager, J., Whittle, M., Smit, J., Cacciaguerra, G., & Lale-demoz, E. (2020). Opportunities of Artificial Intelligence.
28. Enholm, I. M., Papagiannidis, E., Mikalef, P., & Krogstie, J. (2021). Artificial Intelligence and Business Value: a Literature Review. *Information Systems Frontiers*. Springer.
29. Eriksson, T., Bigi, A., & Bonera, M. (2020). Think with me, or think for me? On the future role of artificial intelligence in marketing strategy formulation. *TQM Journal*, 32(4), 795–814. Emerald Group Holdings Ltd.
30. Fountaine, T. (2019). Building the AI-Powered Organization. Gauta sausio 3, 2023, <https://hbr.org/2019/07/building-the-ai-powered-organization>
31. Gaižaiskaitė, & Valavičienė. (2016). SOCIALINIŲ TYRIMŲ METODAI: KOKYBINIS INTERVIU.

32. Garcia, Carlos. (2021). . Gauta kovo 12, 2023, [https://www.youtube.com/watch?v=5YBcfcG-2Mk&ab\\_channel=IrishManufacturingResearch](https://www.youtube.com/watch?v=5YBcfcG-2Mk&ab_channel=IrishManufacturingResearch)
33. Govindan, K., Palaniappan, M., Zhu, Q., & Kannan, D. (2012). Analysis of third party reverse logistics provider using interpretive structural modeling. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 204–211.
34. Green, S., Alpaslan, C. M., & Mitroff, I. (2010). Organizational Inquiry as a Rhetorical Process: The Role of Tropes in Organizational Theory and Methods. *The Electronic Journal of Business Research Methods*, 8, 47–62. Gauta [www.ejbrm.com](http://www.ejbrm.com)
35. Gumbelevičiūtė, R. (2020). Kaip nustatyti įmonės dydžio kategoriją? (III dalis) - Responsum. Gauta balandžio 13, 2023, <https://responsum.co/kaip-nustatyti-imonės-dydžio-kategorija-iii-dalis/>
36. Gunday, G., Ulusoy, G., Kilic, K., & Alpkan, L. (2011). Effects of innovation types on firm performance. *International Journal of Production Economics*, 133(2), 662–676.
37. Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence. *California Management Review*, 61(4), 5–14. SAGE Publications Ltd.
38. Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2011). *Data Mining. Concepts and Techniques, 3rd Edition (The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems)*.
39. Hassani, H., Silva, E. S., Unger, S., TajMazinani, M., & mac Feely, S. (2020). Artificial Intelligence (AI) or Intelligence Augmentation (IA): What Is the Future? *AI*, 1(2), 143–155. MDPI AG.
40. Hogan, S. J., & Coote, L. v. (2014). Organizational culture, innovation, and performance: A test of Schein's model. *Journal of Business Research*, 67(8), 1609–1621. Elsevier Inc.
41. Yang, T., Yi, X., Lu, S., Johansson, K. H., & Chai, T. (2021). Intelligent Manufacturing for the Process Industry Driven by Industrial Artificial Intelligence. *Engineering*, 7(9), 1224–1230. Elsevier Ltd.
42. IKEA. (2023). The wood Lithuania provided for IKEA products. Gauta balandžio 18, 2023, <https://about.ikea.com/en/sustainability/wood-forestry/wood-we-use/wood-from-lithuania>
43. Inovacijų agentūra. (2022). . Gauta balandžio 3, 2023, <https://kc.inovacijuagentura.lt/eksportuok/eksporto-strategiju-projektai/lietuvos-baldu-sektorius.html?lang=lt>
44. Jakhar, D., & Kaur, I. (2020, sausio 1). Artificial intelligence, machine learning and deep learning: definitions and differences. *Clinical and Experimental Dermatology*. Blackwell Publishing Ltd.
45. Janiesch, C., Zschech, P., & Heinrich, K. (2021). Machine learning and deep learning. *Electronic Markets*, 31(3), 685–695. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. Gauta lapkričio 13, 2022, <https://link.springer.com/article/10.1007/s12525-021-00475-2>
46. Javaid Shehmir. (2023). Top 5 Use Cases of Computer Vision in Manufacturing in 2023. Gauta balandžio 19, 2023, <https://research.aimultiple.com/computer-vision-manufacturing/>
47. Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15–25. Elsevier.
48. Khan, A. I., & Al-Habsi, S. (2020). Machine Learning in Computer Vision. *Procedia Computer Science*, 167, 1444–1451. Elsevier B.V.
49. Kolbjørnsrud, V., Amico, R., & Thomas, R. J. (2017). Partnering with AI: How organizations can win over skeptical managers. *Strategy and Leadership*, 45(1), 37–43. Emerald Group Publishing Ltd.

50. Kolenikova Irina. (2022). AI in manufacturing: 5 main use cases in 2023. Gauta balandžio 15, 2023, <https://mindtitan.com/resources/industry-use-cases/ai-in-manufacturing/>
51. Krishna, S. (2021). *Thriving in an AI World*. Gauta kovo 5, 2023, <https://advisory.kpmg.us/content/dam/advisory/en/pdfs/2021/thrivingai2021.pdf>
52. Küpper, D., Kuhlmann, K., Köcher, S., Dauner, T., & Burggräf, P. (2016). *The Factory of the Future*.
53. Küpper, D., Lorenz, M., Kuhlmann, K., Bouffault, O., Heng Lim, Y., Van Wyck, J., Köcher, S., ir kt. (2018). *AI in the Factory of the Future The Ghost in the Machine*.
54. Küpper, D., Lorenz, M., Kuhlmann, K., Bouffault, O., Heng Lim, Y., van Wyck, J., Köcher, S., ir kt. (s.a.). *AI in the Factory of the Future The Ghost in the Machine*.
55. Kurzhals, C., Graf-Vlachy, L., & König, A. (2020). Strategic leadership and technological innovation: A comprehensive review and research agenda. *Corporate Governance: An International Review*, 28(6), 437–464. Blackwell Publishing Ltd.
56. Lee, Jaehun, Suh, T., Roy, D., & Baucus, M. (2019). Emerging technology and business model innovation: The case of artificial intelligence. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 5(3). MDPI Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
57. Lee, Jay, Davari, H., Singh, J., & Pandhare, V. (2018). Industrial Artificial Intelligence for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 18, 20–23. Elsevier Ltd.
58. Leichteris, E., Izgorodin, A., & Jakubavičius, A. (2019). *Lithuanian Industry Digitisation Roadmap*.
59. Li, Q., Tang, Q., Chan, I., Wei, H., Pu, Y., Jiang, H., Li, J., ir kt. (2018). Smart manufacturing standardization: Architectures, reference models and standards framework. *Computers in Industry*, 101, 91–106. Elsevier B.V.
60. Li, S., Xu, L. da, & Zhao, S. (2015). The internet of things: a survey. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 243–259. Kluwer Academic Publishers.
61. Lietuvos pramoninkų konfederacija. (2021). ATNAUJINTAS PRAMONĖS LŪKESČIŲ INDEKSAS.
62. Lietuvos pramoninkų konfederacija. (2022). *PRAMONĖS LŪKESČIŲ INDEKSAS 2022 m. IV ketvirtis*.
63. Lietuvos Respublikos Vyriausybė. (2022). Pramonė | Ekonomikos ir inovacijų ministerija. Gauta balandžio 3, 2023, <https://eimin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/pramone>
64. Liubinavičė, R., & Gabija Žemaitytė, D. (2022). Lietuvos dirbtinio intelekto technologijų plėtros veiksmų planas 2023-2026 m.
65. Long, C. S., Abdul Aziz, M. H., Kowang, T. O., & Ismail, W. K. W. (2015). IMPACT OF TQM PRACTICES ON INNOVATION PERFORMANCE AMONG MANUFACTURING COMPANIES IN MALAYSIA. *The South African Journal of Industrial Engineering*, 26(1), 75–85. South African Institute of Industrial Engineering. Gauta lapkričio 27, 2022, <http://sajie.journals.ac.za/pub/article/view/1038>
66. Long, G. J., Lin, B. H., Cai, H. X., & Nong, G. Z. (2020). Developing an artificial intelligence (AI) management system to improve product quality and production efficiency in furniture manufacture. *Procedia Computer Science*, 166, 486–490. Elsevier B.V.
67. Luima, J. (2017). Kurios Lietuvos pramonės ir paslaugų sritys bus svarbiausios 2025 metais? - Euromonitor.com. Gauta kovo 28, 2023, <https://www.euromonitor.com/article/kurios-lietuvos-pramones-ir-paslaugu-sritys-bus-svarbiausios-2025-metais>
68. Lutkevich, B. (2018). What Is Machine Vision and How Does it Work? Gauta balandžio 20, 2023, <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/machine-vision-computer-vision>

69. Madani, A., Arnaout, R., Mofrad, M., & Arnaout, R. (2018). Fast and accurate view classification of echocardiograms using deep learning. *npj Digital Medicine*, 1(1). Nature Publishing Group.
70. Makarius, E. E., Mukherjee, D., Fox, J. D., & Fox, A. K. (2020). Rising with the machines: A sociotechnical framework for bringing artificial intelligence into the organization. *Journal of Business Research*, 120, 262–273. Elsevier Inc.
71. Manyika, J. (2017). A future that works: automation, employment, and productivity. McKinsey Global Institute.
72. Marchetta, M. G., & Forradellas, R. Q. (2010). An artificial intelligence planning approach to manufacturing feature recognition. *CAD Computer Aided Design*, 42(3), 248–256.
73. *McKinsey Analytics*. (2019). .
74. McRobert, C. J., Hill, J. C., Smale, T., Hay, E. M., & van der Windt, D. A. (2018). A multi-modal recruitment strategy using social media and internet-mediated methods to recruit a multidisciplinary, international sample of clinicians to an online research study. *PLOS ONE*, 13(7), e0200184. Public Library of Science. Gauta vasario 14, 2023, <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0200184>
75. Mikalef, P., & Gupta, M. (2021). Artificial intelligence capability: Conceptualization, measurement calibration, and empirical study on its impact on organizational creativity and firm performance. *Information and Management*, 58(3). Elsevier B.V.
76. Miller, T. (2019). Explanation in artificial intelligence: Insights from the social sciences. *Artificial Intelligence*, 267, 1–38. Elsevier B.V.
77. Modgil, S., & Sharma, S. (2017). Linkage between total quality and supply chain management practices and operational performance: a review. *International Journal of Services and Operations Management*, 27(1), 35. Inderscience Publishers.
78. Mukhamediev, R. I., Symagulov, A., Kuchin, Y., Yakunin, K., & Yelis, M. (2021). From Classical Machine Learning to Deep Neural Networks: A Simplified Scientometric Review. *Applied Sciences 2021, Vol. 11, Page 5541, 11(12)*, 5541. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. Gauta kovo 21, 2023, <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/12/5541/htm>
79. Oficialiosios statistikos portalas. (2021). . Gauta vasario 12, 2023, <https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize?hash=5241439f-1ef5-44b1-8edb-34c7cb541779#/>
80. Padmanabhan, J., & Premkumar, M. J. J. (2015). Machine learning in automatic speech recognition: A survey. *IETE Technical Review (Institution of Electronics and Telecommunication Engineers, India)*, 32(4), 240–251. Taylor and Francis Ltd. Gauta vasario 27, 2023, [https://www.researchgate.net/publication/276351194\\_Machine\\_Learning\\_in\\_Automatic\\_Speech\\_Recognition\\_A\\_Survey](https://www.researchgate.net/publication/276351194_Machine_Learning_in_Automatic_Speech_Recognition_A_Survey)
81. Paulauskaitė-Tarasevičienė, A. (2022). Kaip mokosi dirbtinis intelektas ir kodėl verta juo labiau pasitikėti? - KTU | KTU. Gauta sausio 11, 2023, <https://ktu.edu/news/di-sprendimai-smelkiasi-i-musu-kasdienybe-kaip-mokosi-dirbtinis-intelektas-ir-kodel-verta-juo-labiau-pasitiketi/>
82. Phuyal, S., Bista, D., & Bista, R. (2020, sausio 1). Challenges, Opportunities and Future Directions of Smart Manufacturing: A State of Art Review. *Sustainable Futures*. Elsevier Ltd.
83. PLANETTOGETHER. (2021). How Technology Plays a Role in Modern Manufacturing. Gauta balandžio 12, 2023, <https://www.planettogether.com/blog/how-technology-plays-a-role-in-modern-manufacturing>

84. Prajogo, D., Huo, B., & Han, Z. (2012). The effects of different aspects of ISO 9000 implementation on key supply chain management practices and operational performance. *Supply Chain Management: An International Journal*, 17(3), 306–322. Emerald Group Publishing Limited. Gauta <https://doi.org/10.1108/13598541211227135>
85. Pumplun, L. ;, Tauchert, C. ;, & Heidt, M. (2019). *A NEW ORGANIZATIONAL CHASSIS FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE - EXPLORING ORGANIZATIONAL READINESS FACTORS*. Gauta [https://aisel.aisnet.org/ecis2019\\_rp/106](https://aisel.aisnet.org/ecis2019_rp/106)
86. Raj, M., & Seamans, R. (2019). Primer on artificial intelligence and robotics. *Journal of Organization Design*, 8(1), 1–14. Springer. Gauta vasario 27, 2023, <https://link.springer.com/article/10.1186/s41469-019-0050-0>
87. Ransbotham, S., Kiron, D., Gerbert, P., & Reeves, M. (2017). *Reshaping Business With Artificial Intelligence Closing the Gap Between Ambition and Action RESEARCH REPORT In collaboration with*. Gauta <http://sloanreview.mit.edu/tag/artificial-intelligence-business-strategy>
88. Rao, A. S., & Verweij, G. (2017). Sizing the prize: what’s the real value of AI for your business and how can you capitalise?
89. Rapaport, W. J. (s.a.). *Philosophy of Computer Science*. Gauta <http://www.cse.buffalo.edu/~rapaport/>
90. Saleh, Z. (2019). Artificial Intelligence Definition, Ethics and Standards.
91. Sarker, I. H. (2021, gegužės 1). Machine Learning: Algorithms, Real-World Applications and Research Directions. *SN Computer Science*. Springer.
92. Schmidt, R., Zimmermann, A., Moehring, M., & Keller, B. (2020). Value Creation in Connectionist Artificial Intelligence-A Research Agenda, 14. Gauta sausio 4, 2023, [https://aisel.aisnet.org/amcis2020/ai\\_semantic\\_for\\_intelligent\\_info\\_systems/ai\\_semantic\\_for\\_intelligent\\_info\\_systems/14](https://aisel.aisnet.org/amcis2020/ai_semantic_for_intelligent_info_systems/ai_semantic_for_intelligent_info_systems/14)
93. Singh, J., & Anand, A. (2018). Posthoc Interpretability of Learning to Rank Models using Secondary Training Data. Gauta vasario 27, 2023, <http://arxiv.org/abs/1806.11330>
94. Skaitmeninė karta. (2022). . Gauta kovo 12, 2023, [https://www.youtube.com/watch?v=OiWkCdxQObI&ab\\_channel=%C5%BDini%C5%B3radijas](https://www.youtube.com/watch?v=OiWkCdxQObI&ab_channel=%C5%BDini%C5%B3radijas)
95. Stålborg, L., & Fundin, A. (2016). Exploring a holistic perspective on production system improvement. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 33(2), 267–283. Emerald Group Publishing Ltd.
96. Taouab Zineb Issor, O. (2019). Firm Performance: Definition and Measurement Models, 15(1), 1857–7881.
97. Tuptuk, N., & Hailes, S. (2018). Security of smart manufacturing systems. *Journal of Manufacturing Systems*, 47, 93–106. Elsevier B.V.
98. Twin, A. (2022). Key Performance Indicator (KPI): Meaning, Types, Examples. Gauta kovo 5, 2023, <https://www.investopedia.com/terms/k/kpi.asp>
99. Urolime Blogs. (2022). . Gauta kovo 5, 2023, <https://www.urolime.com/blogs/how-ai-enhances-organizational-performance/>
100. Wamba-Taguimdje, S. L., Fosso Wamba, S., Kala Kamdjoug, J. R., & Tchatchouang Wanko, C. E. (2020). Influence of artificial intelligence (AI) on firm performance: the business value of AI-based transformation projects. *Business Process Management Journal*, 26(7), 1893–1924. Emerald Group Holdings Ltd.
101. Wang, H., Huang, J., & Zhang, Z. (2019). Association for Information Systems Association for Information Systems The Impact of Deep Learning on Organizational Agility The Impact of Deep Learning on Organizational Agility. Gauta sausio 4, 2023, <https://aisel.aisnet.org/icis2019>

102. Wang, Y., Xiong, M., & Olya, H. G. T. (2020). Toward an understanding of responsible artificial intelligence practices. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences* (T. 2020-January, p. 4962–4971). IEEE Computer Society.
103. Wang, J., Ma, Y., Zhang, L., Gao, R. X., & Wu, D. (2018). Deep learning for smart manufacturing: Methods and applications. *Journal of Manufacturing Systems*, 48, 144–156. Elsevier B.V.
104. Wang, P. (2019). On Defining Artificial Intelligence. *Journal of Artificial General Intelligence*, 10(2), 1–37. Walter de Gruyter GmbH.

## Priedai

### 1 priedas. Tyrimo klausimai:

1. Galbūt galite papasakoti plačiau apie įmonę?
2. Kokias pareigas šiuo metu užimate?
3. Koks yra darbuotojų skaičius?
4. Galbūt galite papasakoti apie jūsų gamybos procesą?
5. Kokios naujausios technologijos naudojamos? Galbūt naudojate dirbtinio intelekto technologiją (mašininis mokymasis, vaizdų atpažinimas, planavimas)? Kokiose srityse naudojamas dirbtinis intelektas?
6. Pasidalinkite patirtimi, kodėl buvo nuspręsta taikyti įmonės procesuose naujausias technologijas?
7. Kelintais metais pradėjote taikyti dirbtinį intelektą (jei taikoma)?
8. Kokie verslo ar gamybos pokyčiai atsirado pradėjus taikyti dirbtinį intelektą?
9. Kokie yra pagrindiniai rodikliai, kuriais matuojate savo įmonės rezultatus? Finansiniai, operatyviniai (gamybiniai), rinka grindžiami.
10. Galbūt žinote, kokią įtaką šiems rodikliams daro dirbtinio intelekto naudojimas?
11. Kokias naudas atnešė dirbtinio intelekto taikymas? Galbūt jis padėjo išspręsti kažkokią problemą gamyboje?
12. Su kokiomis problemomis susidūrėte siekdami taikyti dirbtinį intelektą savo procesuose? Kaip jas sprendėte?
13. Kokias perspektyvas DI taikymo matote per ateinančius 3 metus? Galbūt numatoma technologijų plėtra?