



**Kauno technologijos universitetas**

Ekonomikos ir verslo fakultetas

**Dirbtinio intelekto poveikis žemės ūkio maisto pramonės  
plėtrai**

Baigiamasis magistro projektas

---

**Vaida Bačiulienė**

Projekto autorė

**Prof. dr. Valentinas Navickas**

Vadovas

---

**Kaunas, 2022**



**Kauno technologijos universitetas**

Ekonomikos ir verslo fakultetas

# **Dirbtinio intelekto poveikis žemės ūkio maisto pramonės plėtrai**

Baigiamasis magistro projektas

Verslo ekonomika (6211JX042)

---

**Vaida Bačiulienė**

Projekto autorė

**Prof. dr. Valentinas Navickas**

Vadovas

**Doc. dr. Rozita Susnienė**

Recenzentė

---

**Kaunas, 2022**



**Kauno technologijos universitetas**

Ekonomikos ir verslo fakultetas

Vaida Bačiulienė

## **Dirbtinio intelekto poveikis žemės ūkio maisto pramonės plėtrai**

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

1. baigiamąjį projektą parengiau savarankiškai ir sąžiningai, nepažeisdama kitų asmenų autoriaus ar kitų teisių, laikydamasi 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 mokėjusi;
4. suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo ar kitų asmenų teisių pažeidimo faktui, man bus taikomos akademinės nuobaudos pagal Universitete galiojančią tvarką ir būsiu pašalinta iš Universiteto, o baigiamasis projektas gali būti pateiktas Akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus tarnybai nagrinėjant galimą akademinės etikos pažeidimą.

Vaida Bačiulienė

*Patvirtinta elektroniniu būdu*

Vaida Bačiulienė. Dirbtinio intelekto poveikis žemės ūkio maisto pramonės plėtrai. Magistro studijų baigiamasis projektas / vadovas prof. dr. Valentinas Navickas; Kauno technologijos universitetas, Ekonomikos ir verslo fakultetas.

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

Reikšminiai žodžiai: dirbtinis intelektas, žemės ūkio maisto pramonė, plėtos ekonomika, ekonominis augimas.

Kaunas, 2022. 68 p.

## Santrauka

Šiuo metu Lietuvos žemės ūkio maisto pramonė, kuri apima maisto produktų gamybą agrariniu būdu, susiduria su našumo ir produktyvumo didinimo iššūkiais ir yra viena neproduktyviausių Europos Sąjungoje. Lietuvos žemės ūkio intensyvumas žemas, prie to prisideda nepakankamas automatizavimo lygis, inovatyvių sprendimų taikymo stoka. Lietuvoje žemės ūkio maisto pramonė yra reikšminga sritis, kuri per pandemijos laikotarpį išliko stabiliausia, todėl reikia ieškoti sprendimų, prisidedančių prie šios pramonės plėtos. Dirbtinis intelektas dėl plataus funkcinio spektro gali būti sparčiai integruojamas žemės ūkyje. Europos Komisija 2016 metais pradėjo Europos pramonės skaitmeninimo iniciatyvą, siekiant sustiprinti Europos Sąjungos konkurencingumą. Dirbtinis intelektas yra laikomas svarbiausiu skaitmeninės transformacijos momentu, todėl dirbtinio intelekto taikymas Europos Sąjungoje įvardijamas kaip dešimtmečio prioritetas. Skaitmeninė transformacija numatoma ir žemės ūkio maisto pramonės tiekimo grandinėje. Tiekimo grandinės dalyviams keliami vis didesni reikalavimai, susiję su aplinkosaugos reikalavimais, tvarumo pokyčių įgyvendinimu, siekiama efektyvinti tiekimo grandinę, orientuojantis į vartotojų poreikius. Dirbtinis intelektas gali padėti ūkininkams dirbti tiksliau, efektyviau ir tvariau. Didžiaisiais duomenimis grįsti sprendimai gali palengvinti sprendimų priėmimą, o ūkininkavimo darbai gali tapti patrauklesni jaunajai kartai. Lietuvos 2019 m. dirbtinio intelekto strategijoje įvardijama, kad žemės ūkis bus vienas iš sektorių, kurį labiausiai paveiks dirbtinis intelektas. Lietuvoje plėtojamos dirbtinio intelekto technologijos, kurios taikomos žemės ūkio maisto pramonėje, tačiau sėkmingai dirbtinio intelekto integracijai trukdo socialiniai, technologiniai, ekonominiai barjerai.

**Tyrimo objektas** – dirbtinis intelektas žemės ūkio maisto pramonėje

**Tyrimo tikslas** – ištirti dirbtinio intelekto poveikį Lietuvos žemės ūkio maisto pramonės plėtrai

Atlikus tyrimą, nustatyta, kad pagrindinis dirbtinio intelekto poveikis yra darbo našumo didinimas. Kiti svarbūs dirbtinio intelekto funkciniai poveikiai yra galimybė valdyti dirvožemio savybes ir vandenį. Šių dirbtinio intelekto poveikių svarbumas sąlygotas Lietuvos žemės ūkio maisto pramonės priskyrimui augalininkystės segmentui. Lietuvos gamtinės sąlygos lemia, kad norint turėti didesnę derlių, reikia užtikrinti vandens valdymą ūkiuose, sekti dirvožemio savybes. Svarbus dirbtinio intelekto socialinis poveikis yra žmogiškosios klaidos tikimybės sumažinimas. Dirvožemio savybių ir vandens valdymas, žmogiškosios klaidos tikimybės sumažėjimas sąlygoja didesnę produktyvumą žemės ūkio maisto pramonėje, todėl ekspertinio vertinimo metu produktyvumas įvertintas kaip svarbus dirbtinio intelekto poveikis žemės ūkio maisto pramonės plėtrai.

Vaida Bačiulienė. The Impact of Artificial Intelligence on the Development of Agri-food Industry. Master's Final Degree Project / supervisor prof. dr. Valentinas Navickas; School of Economics and Business, Kaunas University of Technology.

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

Keywords: artificial intelligence, agri-food industry, development economics, economic growth.

Kaunas, 2022. 68 p.

### Summary

The Lithuanian agri-food industry, which includes mainly crop production, faces challenges to increase productivity and is one of the most unproductive in the European Union. The intensity of Lithuanian agriculture is low, due to the insufficient level of automation and the lack of application of innovative solutions. In Lithuania, the agri-food industry is a significant area that remained the most stable during the pandemic period, so solutions that contribute to the development of this industry need to be sought. Artificial intelligence can be rapidly integrated into agriculture due to its wide functional spectrum. In 2016, the European Commission launched the Digital Initiative for European Industry to strengthen the competitiveness of the European Union. Artificial intelligence is considered to be the most important moment in the digital transformation, which is why the application of artificial intelligence in the European Union has been identified as a priority for a decade. Digital transformation is also envisaged in the supply chain of the agri-food industry. Increasing demands are placed on the actors of the supply chain in relation to environmental requirements, the implementation of sustainability changes, and the aim is to make the supply chain more efficient, focusing on the needs of consumers. Artificial intelligence can help farmers work more accurately, efficiently and sustainably. Big data-based decisions can make decision-making easier and make farming more attractive to the younger generation. Lithuanian artificial intelligence strategy identifies agriculture as one of the sectors most affected by artificial intelligence. Artificial intelligence technologies are being developed in Lithuania, which are applied in the agri-food industry, but the successful integration of artificial intelligence is hindered by social, technological and economic barriers.

**The object of research** is artificial intelligence in the agri-food industry.

**The aim of the research** is to investigate the impact of artificial intelligence on the development of the Lithuanian agri-food industry.

The study found that the main impact of artificial intelligence is to increase labor productivity. Other important functional impacts of artificial intelligence are the ability to control soil properties and water. The importance of these impacts of artificial intelligence is conditioned by the classification of the Lithuanian agri-food industry into the crop segment. Lithuania's natural conditions mean that in order to have a higher yield, it is necessary to ensure water management on farms and monitor the properties of the soil. An important social impact of artificial intelligence is the reduction in the likelihood of human error. The management of soil properties and water, the reduction of the probability of human error leads to higher productivity in the agri-food industry, therefore, during the expert assessment, productivity was assessed as an important impact of artificial intelligence on the development of the agri-food industry.

<b>Turinys</b>	
<b>Lentelių sąrašas .....</b>	<b>7</b>
<b>Paveikslų sąrašas .....</b>	<b>8</b>
<b>Įvadas.....</b>	<b>10</b>
<b>1. Dirbtinio intelekto poveikio žemės ūkio maisto pramonės plėtrai problemos analizė.....</b>	<b>12</b>
1.1. Lietuvos ir Europos Sąjungos žemės ūkio maisto pramonės sąveika .....	12
1.2. Lietuvos ir Europos Sąjungos žemės ūkio maisto pramonės efektyvinimas.....	16
1.3. Dirbtinio intelekto panaudojimas žemės ūkio maisto pramonėje.....	19
<b>2. Dirbtinio intelekto poveikio žemės ūkio maisto pramonės plėtrai teoriniai sprendimai....</b>	<b>21</b>
2.1. Dirbtinio intelekto koncepcijos .....	21
2.2. Dirbtinio intelekto žemės ūkio maisto pramonėje barjerai.....	27
2.3. Dirbtinis intelektas skirtingose žemės ūkio maisto pramonės tiekimo grandinės fazėse .....	35
<b>3. Dirbtinio intelekto poveikio žemės ūkio maisto pramonės plėtrai tyrimo metodologija ....</b>	<b>39</b>
<b>4. Dirbtinio intelekto poveikio žemės ūkio maisto pramonės plėtrai tyrimų rezultatai ir diskusija.....</b>	<b>43</b>
4.1. Dirbtinio intelekto poveikio žemės ūkio maisto pramonės plėtrai ekspertinis vertinimas.....	43
4.2. Dirbtinio intelekto poveikio žemės ūkio maisto pramonės plėtrai vertinimo modelis.....	59
<b>Išvados ir rekomendacijos .....</b>	<b>61</b>
<b>Literatūros sąrašas .....</b>	<b>63</b>
<b>Informacijos šaltinių sąrašas .....</b>	<b>68</b>

## Lentelių sąrašas

<b>1 lentelė.</b> ES Bendrosios žemės ūkio politikos plėtra .....	12
<b>2 lentelė.</b> Europos Sąjungos šalių bendrosios žemės ūkio produkcijos struktūra 2019 m.....	14
<b>3 lentelė.</b> Bendroji pridėtinė vertė 2015–2019 m., nepašalinus sezono ir darbo dienų skaičiaus įtakos.....	15
<b>4 lentelė.</b> Bendroji pridėtinė vertė, sukurta vieno užimto gyventojų per metus 2015-2019 m., tūkst. EUR .....	16
<b>5 lentelė.</b> Dirbtinio intelekto apibrėžimai.....	21
<b>6 lentelė.</b> Dirbtinio intelekto klasifikacijos .....	24
<b>7 lentelė.</b> Dirbtinio intelekto progreso fazės .....	26
<b>8 lentelė.</b> Dirbtinio intelekto taikymo žemės ūkyje barjerai .....	29
<b>9 lentelė.</b> Ekspertų kriterijams (kokybės rodikliams) suteikti balai $B_{ij}$ .....	40
<b>10 lentelė.</b> $\alpha$ skirstinio lentelė.....	41
<b>11 lentelė.</b> Veiksniai, lemiantys Lietuvos žemės ūkio maisto pramonės efektyvinimo problemas, rangais.....	46
<b>12 lentelė.</b> Paskatos, dėl kurių investuojama į dirbtinį intelektą žemės ūkio maisto pramonėje, rangais.....	48
<b>13 lentelė.</b> Veiksniai, lemiantys dirbtinio intelekto taikymą ir integraciją žemės ūkio maisto pramonėje, rangais.....	50
<b>14 lentelė.</b> Barjerai, trukdantys taikyti dirbtinio intelekto sistemas ūkiuose, rangais.....	53
<b>15 lentelė.</b> Faktoriai, lemiantys dirbtinio intelekto integraciją į žemės ūkio maisto pramonės tiekimo grandinę, rangais.....	55
<b>16 lentelė.</b> Dirbtinio intelekto poveikis žemės ūkio maisto pramonės plėtrai, rangais.....	57

## Paveikslų sąrašas

<b>1 pav.</b> Bendroji žemės ūkio produkcija 2015–2020 m., mln. Eur.....	13
<b>2 pav.</b> Bendrosios žemės ūkio produkcijos struktūra 2015–2019 m., mln. EUR .....	14
<b>3 pav.</b> Žemės ūkio darbuotojų skaičius, dirbusių visą darbo dieną, 2005, 2007, 2013, 2016 m. ....	17
<b>4 pav.</b> Ūkių vadovų amžius pagal lytis (% visų ūkių vadovų), 2016.....	17
<b>5 pav.</b> Ūkininkų pasiskirstymas pagal amžių Lietuvoje 2020-07-01, % .....	18
<b>6 pav.</b> Traktorių registro objektų skaičius, vnt.....	18
<b>7 pav.</b> Investicijos į žemės ūkio maisto pramonės technologijų inovacijas, mlrd. dolerių .....	19
<b>8 pav.</b> Dirbtinio intelekto evoliucijos etapai .....	22
<b>9 pav.</b> Dirbtinio intelekto perspektyvos .....	24
<b>10 pav.</b> Dirbtinio intelekto sritys.....	25
<b>11 pav.</b> Skaitmeninių technologijų iššūkiai žemės ūkio maisto pramonėje.....	27
<b>12 pav.</b> Naudos, organizacinio pasirengimo ir išorės spaudimo (NOI) modelis žemės ūkio maisto pramonėje .....	30
<b>13 pav.</b> Prenumeratos verslo modelis .....	31
<b>14 pav.</b> Naudojimo verslo modelis .....	31
<b>15 pav.</b> Produkcijos verslo modelis .....	32
<b>16 pav.</b> Dalijimosi verslo modelis.....	32
<b>17 pav.</b> Dirbtinio intelekto sukuriamo produktyvumo J kreivė .....	34
<b>18 pav.</b> Dirbtinio intelekto vertikali integracija žemės ūkio maisto pramonėje .....	36
<b>19 pav.</b> Dirbtinio intelekto horizontali integracija žemės ūkio maisto pramonėje pagal <i>Hello Tractor</i> programėlę .....	37
<b>20 pav.</b> Žemės ūkio maisto pramonės tiekimo grandinės fazių imlumas dirbtiniam intelektui.....	38
<b>21 pav.</b> Respondentų pasiskirstymas pagal lytį, proc. ....	43
<b>22 pav.</b> Respondentų pasiskirstymas pagal amžiaus grupes, proc. ....	43
<b>23 pav.</b> Respondentų pasiskirstymas pagal išsilavinimą, proc. ....	44
<b>24 pav.</b> Respondentų pasiskirstymas pagal veiklos sritis, proc. ....	44
<b>25 pav.</b> Respondentų pasiskirstymas pagal patirtį veiklos srityje, proc.....	45
<b>26 pav.</b> Kendall'o konkordancijos koeficiento skaičiavimo išvestis .....	45
<b>27 pav.</b> Ekspertų nuomonė apie veiksnius, lemiančius Lietuvos žemės ūkio maisto pramonės efektyvinimo problemas .....	46
<b>28 pav.</b> Kendall'o konkordancijos koeficiento skaičiavimo išvestis .....	47
<b>29 pav.</b> Ekspertų nuomonė apie paskatas, dėl kurių investuojama į dirbtinį intelektą žemės ūkio maisto pramonėje.....	48
<b>30 pav.</b> Kendall'o konkordancijos koeficiento skaičiavimo išvestis .....	49
<b>31 pav.</b> Ekspertų nuomonė apie veiksnius, lemiančius dirbtinio intelekto taikymą ir integraciją žemės ūkio maisto pramonėje .....	49
<b>32 pav.</b> Kendall'o konkordancijos koeficiento skaičiavimo išvestis .....	50
<b>33 pav.</b> Ekspertų nuomonė apie barjerus, trukdančius taikyti dirbtinio intelekto sistemas ūkiuose. 52	
<b>34 pav.</b> Kendall'o konkordancijos koeficiento skaičiavimo išvestis .....	53
<b>35 pav.</b> Ekspertų nuomonė apie faktorius, lemiančius dirbtinio intelekto integraciją į maisto tiekimo grandinę .....	55
<b>36 pav.</b> Kendall'o konkordancijos koeficiento skaičiavimo išvestis .....	56
<b>37 pav.</b> Ekspertų nuomonė apie dirbtinio intelekto poveikį žemės ūkio maisto pramonės plėtrai ...	57



**38 pav.** Dirbtinio intelekto poveikio žemės ūkio maisto pramonės plėtrai vertinimo modelis..... 59

## Ivadas

**Temos aktualumas.** Šiuo metu Lietuvos žemės ūkio maisto pramonė, kuri apima maisto produktų gamybą agrariniu būdu, susiduria su našumo ir produktyvumo didinimo iššūkiais ir yra viena neproduktyviausių Europos Sąjungoje. Lietuvos žemės ūkio intensyvumas žemas, prie to prisideda nepakankamas automatizavimo lygis, inovatyvių sprendimų taikymo stoka. Lietuvoje žemės ūkio maisto pramonė yra reikšminga sritis, kuri per pandemijos laikotarpį išliko stabiliausia, todėl reikia ieškoti sprendimų, prisidedančių prie šios pramonės plėtros. Dirbtinis intelektas dėl plataus funkcinio spektro gali būti sparčiai integruojamas žemės ūkyje. Prognozuojama, kad dirbtinio intelekto technologijoms ir sprendimams žemės ūkyje išlaidos 2020–2026 metų laikotarpiu augs nuo 1 iki 4 mlrd. JAV dolerių, pasiekiant 25,5 proc. bendrą metinį augimo tempą (Markets and markets, 2021). Europos Komisija 2016 metais pradėjo Europos pramonės skaitmeninimo iniciatyvą, siekiant sustiprinti Europos Sąjungos konkurencingumą. Dirbtinis intelektas yra laikomas svarbiausiu skaitmeninės transformacijos momentu, todėl dirbtinio intelekto taikymas Europos Sąjungoje įvardijamas kaip dešimtmečio prioritetas. Dirbtinis intelektas gali padėti ūkininkams dirbti tiksliau, efektyviau ir tvariau. Didžiaisiais duomenimis grįsti sprendimai gali palengvinti sprendimų priėmimą, o ūkininkavimo darbai gali tapti patrauklesni jaunajai kartai. Lietuvos 2019 m. dirbtinio intelekto strategijoje įvardijama, kad žemės ūkis bus vienas iš sektorių, kurį labiausiai paveiks dirbtinis intelektas. Lietuvoje plėtojamos dirbtinio intelekto technologijos, kurios taikomos žemės ūkio maisto pramonėje, tačiau sėkmingai dirbtinio intelekto integracijai trukdo socialiniai, technologiniai, ekonominiai barjerai.

**Problemos ištirtumo lygis.** Dirbtinis intelektas šiuo metu yra esminė technologinė paradigma. Dirbtinio intelekto technologijos vis dar plėtojamos, nuolat vystosi ir keičiasi. Dirbtinio intelekto samprata analizuota autorių (Haenlein ir Kaplan, 2019; Strusani ir kt., 2019; Olsen ir Tomlin, 2019; Scotti, 2020; Wang, 2019; Davenport ir kiti, 2020; Jagtap ir kt., 2021, Bawack ir kt., 2021), tačiau apie dirbtinio intelekto poveikį mokslinių darbų stinga. Mokslininkai tyrinėjantys dirbtinio intelekto raišką (Lezoche ir kt., 2020; Bičkauskė ir kt., 2020; Aly, 2020; Liu ir kt., 2021), pirmiausia įvardija iššūkius, kurie stabdo šios technologijos skvarbą žemės ūkio maisto pramonėje. Keletas autorių (Lezoche ir kt., 2020) nagrinėję dirbtinio intelekto poveikį įvardija, kad dirbtinis intelektas didina produktyvumą ir efektyvumą. Žemės ūkio maisto pramonei dirbtinio intelekto poveikis nagrinėtas fragmentiškai, labiau plėtotos temos apie dirbtinio intelekto taikymo galimybes ir dirbtinio intelekto startuolių kūrimąsi (Tzachor, 2020; Bičkauskė ir kt., 2020).

**Tyrimo problema.** Kaip objektyviai nustatyti dirbtinio intelekto poveikį žemės ūkio maisto pramonei?

**Tyrimo objektas** – dirbtinis intelektas žemės ūkio maisto pramonėje

**Tyrimo tikslas** – ištirti dirbtinio intelekto poveikį Lietuvos žemės ūkio maisto pramonės plėtrai

**Keliami uždaviniai:**

1. Atskleisti Lietuvos žemės ūkio maisto pramonės efektyvinimo ir dirbtinio intelekto taikymo žemės ūkio maisto pramonėje problematiką;
2. Ištirti ir susisteminti dirbtinio intelekto koncepcijas;
3. Išanalizuoti dirbtinio intelekto taikymo barjerus žemės ūkio maisto pramonėje;
4. Identifikuoti dirbtinio intelekto raiškos būdus žemės ūkio maisto pramonės tiekimo grandinėje;

5. Atlikti ekspertinį vertinimą, nustatant dirbtinio intelekto poveikį Lietuvos žemės ūkio maisto pramonei;
6. Sudaryti dirbtinio intelekto poveikio žemės ūkio maisto pramonės plėtrai vertinimo modelį.

**Tyrimo metodai** – mokslinės literatūros analizė, pirminių ir antrinių informacijos šaltinių analizė, ekspertinis vertinimas, statistinė duomenų analizė. Išvados ir rekomendacijos parengtos taikant dedukcinį metodą.

## 1. Dirbtinio intelekto poveikio žemės ūkio maisto pramonės plėtrai problemos analizė

Žemės ūkio maisto pramonės šaka yra sudėtinga, susidedanti iš įvairių procesų valdymo. Siekiant skatinti šios pramonės plėtrą, būtina šiuos procesus valdyti inovatyviai, į procesus integruoti naujausias technologijas, gebėti jas taikyti ūkiuose ir naudotis turima išmania technika. Europos Sąjunga žemės ūkio maisto pramonės tvarumo pokyčiams ir plėtrai įgyvendinti, pagrindinį vaidmenį priskyrė skaitmenizacijai ir dirbtiniam intelektui. Lietuva būdama Europos Sąjungos valstybe nare ir siekdama šios pramonės plėtos taip pat turės skaitmenizuoti ūkius, integruoti dirbtinį intelektą į gamybinius procesus.

### 1.1. Lietuvos ir Europos Sąjungos žemės ūkio maisto pramonės sąveika

Romos sutartimi 1958 m. šešiose valstybėse narėse steigėjose (Belgijoje, Vakarų Vokietijoje, Prancūzijoje, Italijoje, Liuksemburge, Nyderlanduose) įkurta bendroji rinka, o jos įtaka žemės ūkiui laikytina Europos Sąjungos bendra žemės ūkio politikos (BŽŪP) atsiradimo priežastimi. Ši politika, kuri įsigaliojo 1962 m., laikytina seniausia ir tuo pačiu brangiausia ES sektoriaus politika, o tai rodo žemės ūkio sektoriaus svarbą ES šalims (Matthews, 2015). BŽŪP plėtra vyko palaipsniui, vykdant reformas (žr. 1 lent.). Įsigaliojus BŽŪP, ES žemės ūkis buvo orientuojamas į produktyvumą, tačiau iki 1984 m. ūkių produktyvumas viršijo paklausą, todėl ES žemės ūkis perorientuotas į konkurencingumo didinimą. Vykdamas 2000 m. reformą buvo siekta ne tik ūkininkų gerovės, tačiau BŽŪP tapo atsakinga už kaimo plėtrą ir aplinkosaugą, tokiu būdu įvedant dar vieną ūkių orientyrą – tvarumą. BŽŪP ir jos taikomos priemonės reformų metu tapo vis sudėtingesnės. Palyginus anksčiau naudotas rinkos ir kainų palaikymo priemonės, ES BŽŪP tapo vis labiau orientuota į nustatytus konkrečius tikslus ir buvo pritaikyta konkrečioms ūkių tikslams.

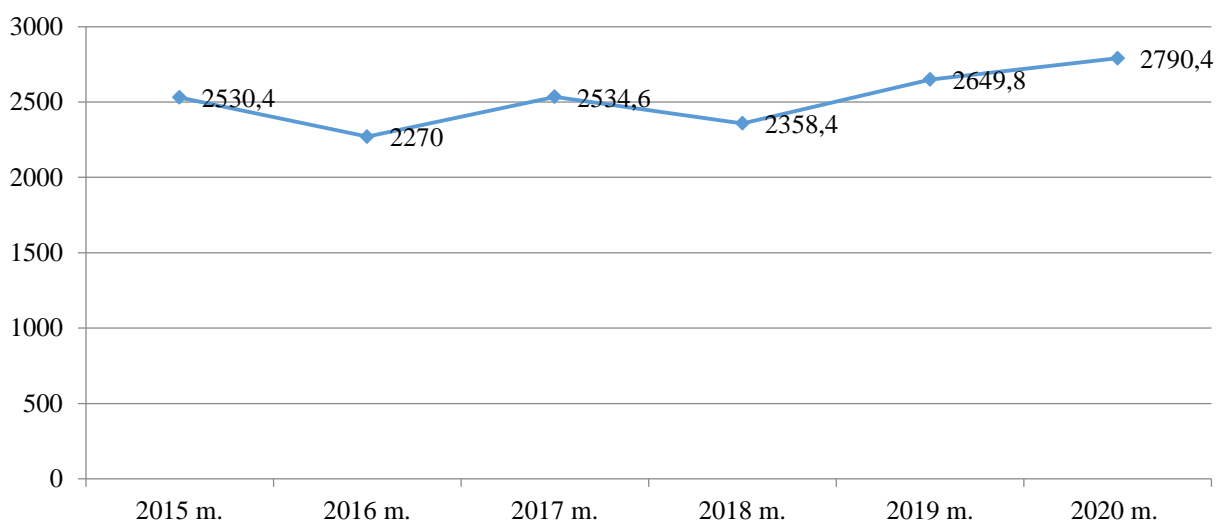
1 lentelė. ES Bendrosios žemės ūkio politikos plėtra (parengta autorės pagal Matthews, 2015)

Produktyvumas					
-	Konkurencingumas				
-	-	Tvarumas			
1962 m. įsigaliojo ES BŽŪP	1992 m. reforma	2000 m. reforma „Darbotvarkė 2000“	2003 m. reforma „Darbotvarkė 2003“ ir papildančioji 2009 m. reforma	2013 m. reforma	Po 2020 m.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maisto sauga</li> <li>• Produktyvumo didinimas (vėliau sekė perprodukcija)</li> <li>• Rinkos stabilizavimas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sumažintas perteklius</li> <li>• Pajamų stabilizavimas</li> <li>• Biudžeto stabilizavimas</li> <li>• Aplinka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1992 m. reformą papildantis etapas</li> <li>• Konkurencingumas</li> <li>• Regioninė kaimo plėtra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regioninė kaimo plėtra</li> <li>• Rinkos orientacija</li> <li>• Aplinka</li> <li>• Supaprastinimas</li> <li>• Suderinamumas su PPO (2009 m.)</li> <li>• Finansinė drausmė (2009 m.)</li> <li>• Rizikos valdymas (2009 m.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parama konkurencingumui didinti</li> <li>• Jaunųjų ūkininkų įsikūrimo skatinimas</li> <li>• Tvarus gamtos išteklių valdymas</li> <li>• Subalansuota teritorinė plėtra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subsidiarumo principas</li> <li>• Aukštesni aplinkosaugos reikalavimai</li> <li>• Integruojamos Žaliojo kurso programa „Nuo ūkio iki stalo“, „2030 m. biologinės įvairovės“ strategija</li> </ul>

Lietuva būdama ES valstybė narė taip pat turi vadovautis BŽŪP keliamais reikalavimais, siekti užbrėžtų tikslų, tuo pačiu įgydama teisę naudotis BŽŪP suteikiamomis priemonėmis tuos tikslus pasiekti. Lietuvos žemės ūkio maisto pramonės perėjimas prie tvaresnių maisto tiekimo grandinių, atitinkančių strategijos „Žalioji kursas“ ir jos programos „Nuo ūkio iki stalo“ nuostatas, neišvengiamai reikalauja ekonominių ir socialinių transformacijų, kurioms įgyvendinti turėtų būti pasitelkiama skaitmenizacija ir dirbtinis intelektas (Europos Komisija, 2020).

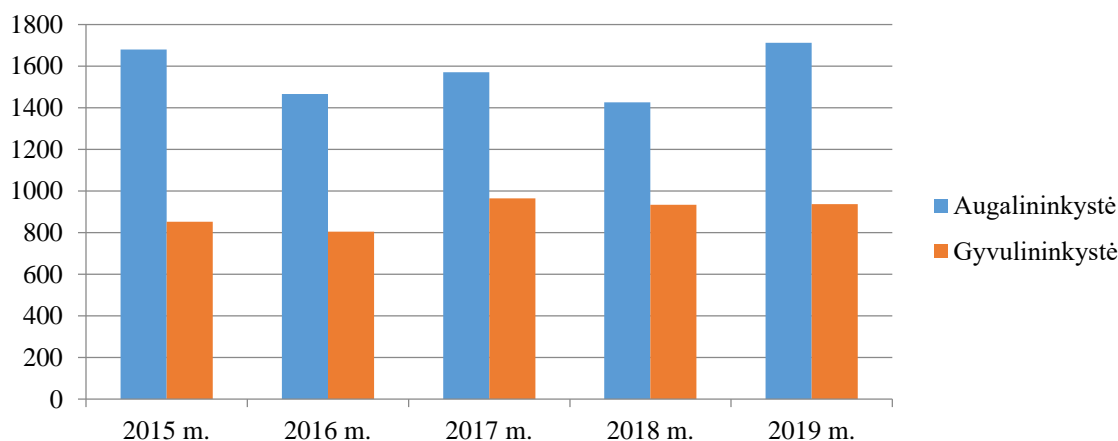
Lyginant ES ir Lietuvos žemės ūkio sektoriaus ekonominius rodiklius, pastebėtina, kad Lietuvos žemės ūkio bendroji pridėtinė vertė ir užimtumo lygis šiame sektoriuje yra didesnis nei ES vidurkis, tačiau Lietuva susiduria su netolygiomis pajamomis ūkiuose (Europos Komisija, 2020). Netolygių pajamų ūkiuose priežastis yra ūkių dydžių skirtumai. Nepaisant, kad Lietuvoje ūkiai yra skirtingo dydžio, Lietuvos žemės ūkio maisto pramonės produktyvumas didėja, tačiau konvergencija su ES vidurkiu yra per lėta dėl per didelės priklausomybės nuo teritorinės valstybės pagalbos. Lietuvoje investicijos į žemės ūkio maisto pramonę taip pat didėja, tačiau žemės našumas nepasiekia išsikeltų tikslų, o tai reiškia, kad būtina tobulinti gamybos sistemas (Europos Komisija, 2021).

Lietuvos žemės ūkio maisto pramonė Lietuvos statistikos departamento duomenimis 2020 m. pagamino produkcijos už 2,8 mln. EUR. 2019 m. fiksuotas produkcijos padidėjimas 5,3 proc. 2015–2020 m. laikotarpiu pasiekė 10,3 proc. didėjimą (žr. 1 pav.). Žemės ūkio produkcijos augimą lėmė supirkimo kainų didėjimas ir išaugusi gamyba.



**1 pav.** Bendroji žemės ūkio produkcija 2015–2020 m., mln. Eur (Lietuvos statistikos departamentas, 2020)

Vertinant žemės ūkio produkciją struktūriškai, 2015–2019 m. laikotarpiu didesnę augimą lėmė augalininkystės produkcija lyginant su gyvulininkyste (žr. 2 pav.). Lietuvos statistikos departamento duomenimis (2020), augalininkystės struktūroje didžiausią dalį sudaro javai (48,6 proc.), daržovės, vaisiai ir uogos – 10,8 proc.



**2 pav.** Bendrosios žemės ūkio produkcijos struktūra 2015–2019 m., mln. EUR (Lietuvos statistikos departamentas, 2020)

Europos Sąjungos šalyse žemės ūkio produkcijos struktūra yra skirtinga. Šalis pagal produkcijos struktūrą galima sugrupuoti į tris pagrindinius segmentus (žr. 2 lent.): 1) daugiausia pagaminama augalininkystės produkcijos; 2) augalininkystės ir gyvulininkystės produkcijos pagaminama beveik vienodai ir 3) daugiausia pagaminama gyvulininkystės produkcijos. Lietuva pagal produkcijos struktūrą priskirtina pirmajam segmentui, kartu į šį segmentą patenka Latvija, Slovakija ir Kroatija. Danijoje ir Airijoje vyrauja gyvulininkystė, todėl priskirtinos prie trečiojo segmento, o į antrąjį segmentą patenka Vokietija, Švedija, kadangi šiose šalyse augalininkystė ir gyvulininkystė išvystyta beveik vienodai (Lietuvos agrarinės ekonomikos institutas, 2020).

**2 lentelė.** Europos Sąjungos šalių bendrosios žemės ūkio produkcijos struktūra 2019 m. (Eurostat duomenys; Lietuvos agrarinės ekonomikos institutas, 2020)

AUGALININKYSTĖ			
Šalis	Augalininkystė dalis, proc.	Gyvulininkystė, proc.	Bendroji žemės ūkio produkcija EUR/ha ŽŪN
Čekija	59,2	40,8	1463
Ispanija	59,9	40,1	2105
Vengrija	61,0	39,0	1708
Portugalija	61,2	38,8	2076
Prancūzija	61,6	38,4	2469
Slovakija	62,5	37,5	1022
Latvija	62,6	37,4	734
Kroatija	63,1	36,9	1370
<b>Lietuva</b>	<b>64,0</b>	<b>36,0</b>	<b>896</b>
Italija	66,0	34,0	3706
Bulgarija	74,9	25,1	873
Graikija	75,6	24,4	2305
Rumunija	77,0	23,0	1384
AUGALININKYSTĖ / GYVULININKYSTĖ			
Šalis	Augalininkystė dalis, proc.	Gyvulininkystė, proc.	Bendroji žemės ūkio produkcija EUR/ha ŽŪN
Belgija	44,2	55,8	6359
Austrija	47,2	52,8	2569
Lenkija	47,6	52,4	1787
Vokietija	48,9	51,1	3187
Švedija	51,4	48,6	1796

Estija	53,9	46,1	931
Slovėnija	56,0	44,0	2698
Nyderlandai	56,0	44,0	14074
GYVULININKYSTĖ			
Šalis	Augalininkystė dalis, proc.	Gyvulininkystė, proc.	Bendroji žemės ūkio produkcija EUR/ha ŽŪN
Airija	25,3	74,7	1685
Danija	38,7	61,3	4164
Liuksemburgas	39,4	60,6	2989
Kipras	39,5	60,5	6402
Malta	41,2	58,8	10843
Suomija	41,5	58,5	1734
Jungtinė Karalystė (iki <i>Brexit</i> )	41,5	58,5	1696

Lietuvos bendroji žemės ūkio produkcija 2019 m. siekė 896 EUR/ha, ir kartu su Latvija (734 EUR/ha) ir Bulgarija (873 EUR/ha) augalininkystės segmente pagamino produkcijos mažiausiai. Daugiausiai šiame segmente produkcijos pagamino Italija (3706 EUR/ha), aukštą rodiklį pasiekė Prancūzija, Graikija, Ispanija ir Portugalija. Augalininkystės ir gyvulininkystės segmente išsiskyrė Nyderlandai, kurių bendroji žemės ūkio produkcija 2019 m. sudarė 14 074 EUR/ha. Belgijos bendroji žemės ūkio produkcija 2019 m. siekė 6 359 EUR/ha, Vokietijos – 3 187 EUR/ha. Mažiausiai produkcijos 1 ha šiame segmente 2019 m. pagamino Estija – bendroji žemės ūkio produkcija nesiekė 1 000 EUR/ha ir sudarė 931 EUR/ha. Gyvulininkystės segmente aukščiausią rodiklį pasiekė Malta – 10 843 EUR/ha, aukštą rodiklį pasiekė Kipras – 6 402 EUR/ha, Danija – 4 164 EUR/ha.

Bendroji pridėtinė vertė yra ekonominės vertės rodiklis bei nurodo gamybos mechanizavimo lygį. Žemės ūkio maisto pramonėje tai būtų žmogaus darbo keitimas žemės ūkio technika, mechanizmais, automatizavimas ir pan. (Lietuvos agrarinės ekonomikos institutas, 2020). Vertinant Lietuvos žemės ūkio bendrąją pridėtinę vertę 2015–2019 m. laikotarpiu (žr. 3 lent.), stebimas nuoseklus didėjimas, kuris per šį laikotarpį siekė 23 proc., o viso šalies ūkio bendrosios pridėtinės vertės struktūroje sudarė vidutiniškai apie 3,6 proc. Technologijų, įrankių ir mechanizmų modernizavimą bei taikymą žemės ūkyje riboja specifinis gamybos procesas, kuris remiasi biologiniais ištekliais, veikiamas oro sąlygų (Lietuvos agrarinės ekonomikos institutas, 2020).

**3 lentelė.** Bendroji pridėtinė vertė 2015–2019 m., nepašalinus sezono ir darbo dienų skaičiaus įtakos (Lietuvos statistikos departamentas, 2020)

	2015 m.		2016 m.		2017 m.		2018 m.		2019 m.	
	mln. Eur	proc.	mln. Eur	proc.	mln. Eur	proc.	mln. Eur	proc.	mln. Eur	proc.
Iš viso pagal ekonominės veiklos rūšis	33627,5	100	34997,0	100	37981,9	100	40904,0	100	43849,6	100
Žemės ūkis, miškininkystė ir žuvininkystė	1277,5	3,8	1209,0	3,5	1482,8	3,9	1310,7	3,2	1573,2	3,6

Eurostat duomenimis (2020), ES šalių žemės ūkio darbo našumo indeksas 2020 m. sumažėjo 4 proc., o tam įtakos turėjo ne tik oro sąlygos, bet ir gamyba dabartinės pandemijos fone. ES šalys, kurių pajamos iš žemės ūkio sudaro daugiau nei pusę ES pajamų, 2020 m. fiksavo žemės ūkio pajamų, tenkančių metiniam darbo vienetui, indekso sumažėjimą palyginus su 2019 m.: Rumunija (-47,2 proc.), Vokietija (-15,5 proc.), Lenkija (-9,6 proc.), Prancūzija (-7,6 proc.), Italija (-4,8

proc.). Didžiausias žemės ūkio pajamų, tenkančių metiniam darbo vienetui, indekso padidėjimas 2020 m. fiksuotas Vengrijoje (10,3 proc.), Airijoje (11,8 proc.), Ispanijoje (12,5 proc.), Lietuvoje (18,1 proc.) (Eurostat, 2020).

**4 lentelė.** Bendroji pridėtinė vertė, sukurta vieno užimto gyventojų per metus 2015–2019 m., tūkst. EUR (Lietuvos statistikos departamento duomenys)

-	2015 m.	2016 m.	2017 m.	2018 m.	2019 m.
Visas ūkis	25,1	25,5	27,9	29,6	31,6
Žemės ūkis, miškininkystė, žuvininkystė	10,6	11,1	14,1	13,3	17,8

Nors 2020 m. stebėtas žemės ūkio pajamų indekso padidėjimas Lietuvoje, ir 2015–2019 m. laikotarpiu bendroji pridėtinė vertė padidėjo 67,9 proc., kai tuo tarpu viso ūkio darbo našumas 2015-2019 m. augo 25,9 proc. (žr. 4 lent.), tačiau Lietuvoje žemės ūkyje darbo našumas išlieka mažiausias lyginant su pramonės ir paslaugų sektoriais.

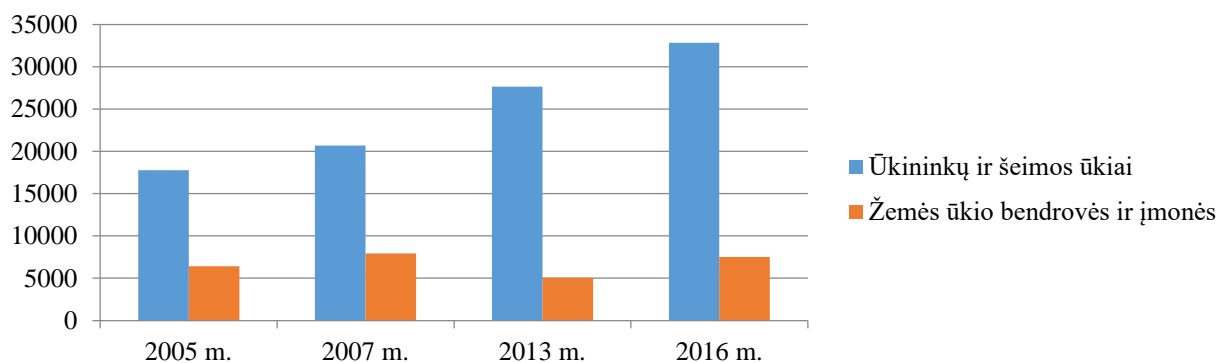
Apibendrinant galima teigti, kad Lietuvos žemės ūkio maisto pramonė, kuri priskiriama augalininkystės segmentui, pagal ekonominius rodiklius yra viena neproduktyviausių tarp Europos Sąjungos narių. Europos Sąjungos Lietuvai kaip valstybei narei keliami reikalavimai žemės ūkio maisto pramonės srityje yra susiję su Europos Sąjungos bendrosios žemės ūkio politikos įgyvendinimu ir pagrindiniais jos iškeltais tikslais, kurie yra produktyvumas, konkurencingumas ir tvarumas. Produktyvumo, konkurencingumo ir tvarumo pokyčiams pasiekti kuriamos priemonės, kuriomis įgalinama skaitmeninė kryptis ūkiuose ir dirbtinio intelekto taikymas, kadangi skaitmeninė transformacija laikoma pagrindiniu plėtros žemės ūkio maisto pramonėje veiksmu.

## 1.2. Lietuvos ir Europos Sąjungos žemės ūkio maisto pramonės efektyvinimas

Žemės ūkio maisto pramonė yra išskirtinė, lyginant su kitais pramonės ar paslaugų sektoriais, nes yra veikiami gamtinių veiksnių, – sezoniškumas, priklausomybė nuo gamtos mažina darbo našumą lyginant su kitų ūkio šakų darbo našumu. Sektorius tampa nepatrauklus jauno amžiaus asmenims, veikia smulkūs ūkiai, kurie negeba konkuruoti rinkos sąlygomis, sektorius vis dar stipriai priklausomas nuo teikiamos valstybės pagalbos, mechanizacija vyksta neįvertinus ekonominio efektyvumo.

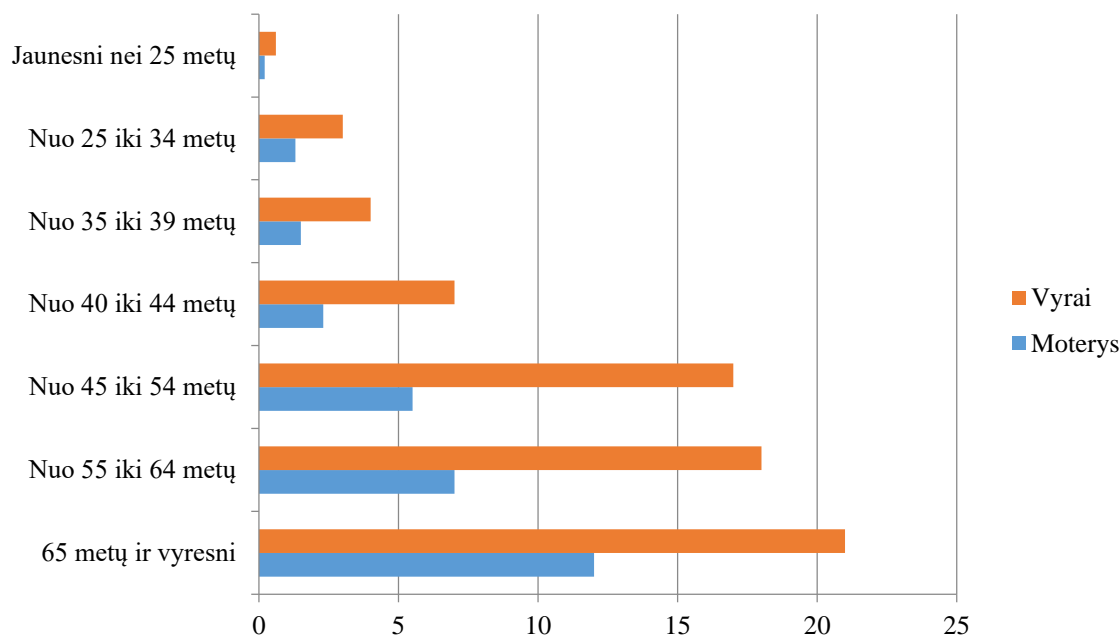
Europos Sąjungoje 2016 metais žemės ūkio valdų buvo 10,5 mln. Apie 70 proc. žemės valdų buvo mažesni nei 5 ha. Šeimos ūkiai sudarė 96 proc. visų ES žemės ūkio valdų ir šio tipo ūkiai dominavo visose Europos Sąjungos valstybės narėse (Eurostat duomenys, 2019). Lietuvoje 2005–2016 m. laikotarpiu stebima tendencija, kai auga ūkininkų ir šeimos ūkių skaičius. Lyginant 2005 metus su 2016 metais, ūkininkų ir šeimos ūkių skaičius padidėjo 1,85 karto (žr. 3 pav.)





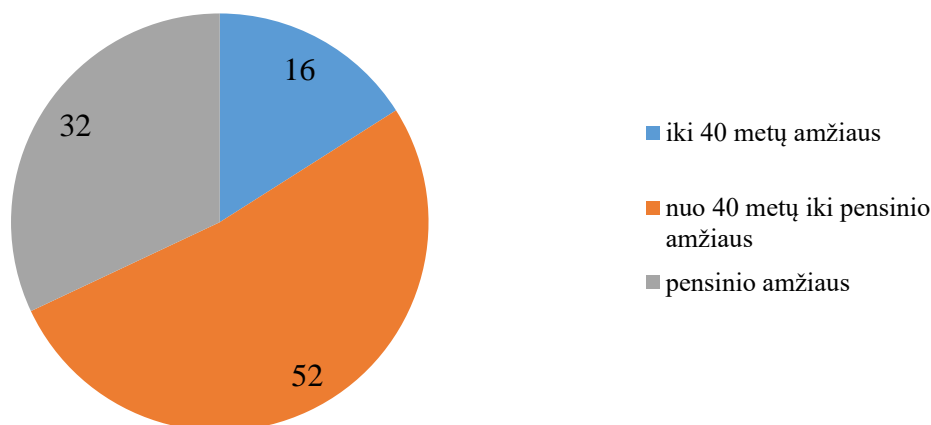
**3 pav.** Žemės ūkio darbuotojų skaičius, dirbusių visą darbo dieną, 2005, 2007, 2013, 2016 m. (Lietuvos statistikos departamentas, 2020)

Smulkiems ūkiams veikti rinkos sąlygomis yra sudėtinga, būtinas ūkių stambinimas, nes geriausių konkurencingumo rodiklių galima pasiekti, kai darbo jėga ir kapitalas atitinka dirbamą žemės plotą ir gamybos mastą. 2016 metais ES 93 proc. ūkių darbus atliko patys ūkininkai kartu su šeimos nariais. (Eurostat duomenys, 2019). Be to, žemės ūkio maisto pramonėje susiduriama su darbo jėgos senėjimo procesu (4 pav.)



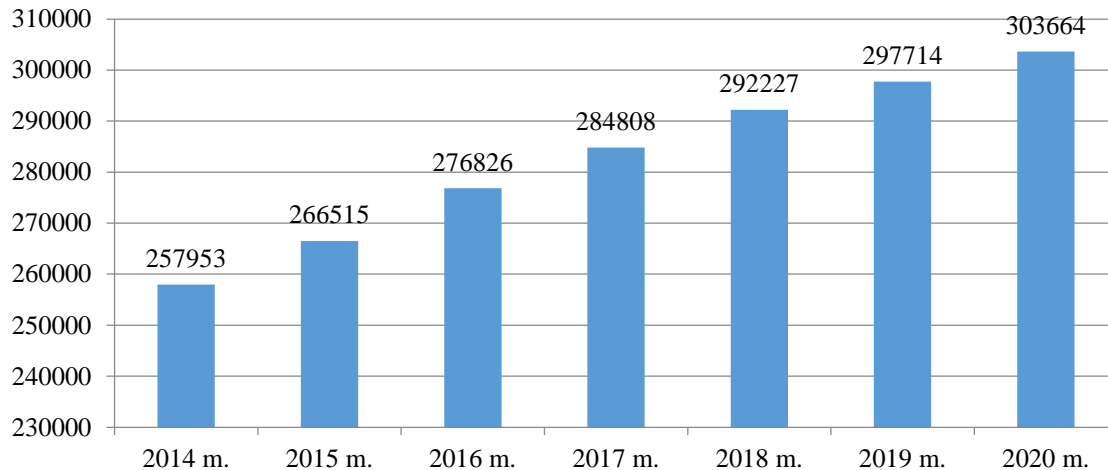
**4 pav.** Ūkių vadovų amžius pagal lytis (% visų ūkių vadovų), 2016 (Eurostat duomenys)

Didžiausią dalį ūkio vadovų užima 65 metų ir vyresni asmenys – tiek tarp moterų, tiek tarp vyrų. Jaunųjų ūkininkų iki 40 metų procentas nuo visų ūkių vadovų neatsveria vyresnių ūkininkų skaičiaus. Lietuvoje susiduriama su tokia pačia darbo jėgos senėjimo problema. 2020 metais 52 % ūkininkų buvo nuo 40 metų iki pensinio amžiaus, daugiau nei trečdalis (32 %) ūkininkų jau buvo sulaukę pensinio amžiaus, o jaunųjų ūkininkų dalis (iki 40 metų amžiaus) sudarė tik 16 % (žr. 5 pav.)



**5 pav.** Ūkininkų pasiskirstymas pagal amžių Lietuvoje 2020-07-01, % (VĮ Žemės ūkio informacijos ir kaimo verslo centras, 2020)

ES valstybės narės, įskaitant ir Lietuvą, intensyviai gamyba, atnaujina mechanizmus. Lietuvoje 2014-2020 m. laikotarpiu registruotų traktorių padaugėjo 45 711 vienetais – 2014 m. buvo užregistruoti 257 953 traktoriai, 2020 m. – 303 664 traktoriai (žr. 6 pav.). Prie mechanizacijos intensyvinimo prisideda ir teritorinė valstybės pagalba, tačiau įgyvendintos investicijos į mechanizmus ne visada būna ekonomiškai pagrįstos, o tai mažina ūkių veiklos ekonominį efektyvumą.

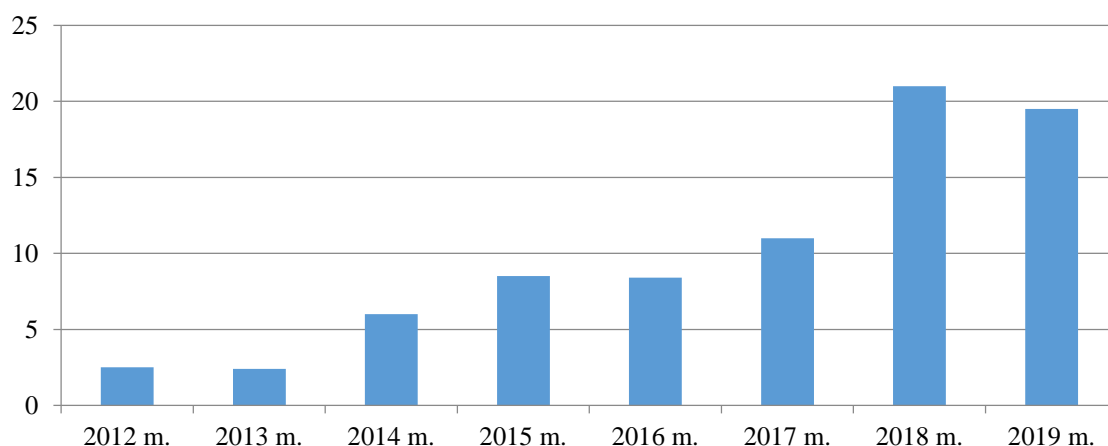


**6 pav.** Traktorių registro objektų skaičius, vnt. (VĮ Žemės ūkio informacijos ir kaimo verslo centras, 2021)

Apibendrinant galima teigti, kad Europos Sąjungoje vyrauja skirtingi ūkių dydžiai, tokios pat tendencijos stebimos ir Lietuvoje. Europos Sąjungoje susiduriama su ūkių darbuotojų senėjimu, darbuotojų trūkumu. Žemės ūkio maisto pramonė, kurioje yra daug rutininio darbo, tampa nepatraukli jauniems žmonėms, ir nors šiame sektoriuje nemažai Europos Sąjungos finansinių priemonių nukreipta į mechanizacijos proceso intensyvinimą, Lietuvoje kasmet registruojama vis daugiau traktorių, tačiau investicijos ne visada būna ekonomiškai pagrįstos. Europos Sąjungai susiduriant su žemės ūkio maisto pramonės efektyvinimo problemomis, aukštais tvarumo reikalavimais, 4.0 pramonės revoliucijos fone dirbtinis intelektas tampa įrankiu, įgalinančiu ūkius veikti pažangiai, konkurencingai bei naudoti žemės išteklius efektyviai.

### 1.3. Dirbtinio intelekto panaudojimas žemės ūkio maisto pramonėje

Dirbtinio intelekto sprendimai padeda įveikti tradicinius iššūkius, skirtingose sektoriuose ir pramonės šakose didina produktyvumą ir efektyvumą, tame tarpe ir žemės ūkio maisto pramonėje. (Lezoche ir kt., 2020; Bačiulienė ir Petrokė, 2020). Dar 2017 metais pirmą kartą pasaulyje pasėlis pasėtas, prižiūrėtas ir derlius nuimtas be žmogaus įsikišimo (EIT Food, 2020). Dirbtinio intelekto technologijas, pritaikytas žemės ūkio maisto pramonėje, galima suskirstyti į keturias kategorijas: 1. Daiktų internetas (angl. internet of things) ir jutikliai; 2. Mašinų mokymasis ir analizė; 3. Dronų technologija; 4. Blokų grandinė (angl. blockchain). Blokų grandinė dažniau naudojama žemės ūkio maisto pramonės tiekimo grandinėje, o ne pačiame ūkyje. Kita svarbi dirbtinio intelekto technologija, kuri naudojama žemės ūkio maisto pramonėje, yra autonominiai arba pusiau autonominiai robotai (Baruchelli ir kt., 2020). Dirbtinis intelektas gali būti naudojamas ankstyvam augalų ligų nustatymui, dronai naudojami kuriant išsamius dirvožemio žemėlapius, skirtus žalai kontroliuoti, tręšimui, dirbtinio intelekto pagalba kontroliuojamas vandens ir energijos suvartojimas, vertinama gyvūnų gerovė, sveikata, robotizuotai atliekamas pieno melžimas. Dirbtinio intelekto panaudojimo būdų žemės ūkio maisto pramonėje daugėja, nes kuriasi startuoliai, kurie orientuoti į dirbtinio intelekto vystymą šioje pramonėje.



7 pav. Investicijos į žemės ūkio maisto pramonės technologijų inovacijas, mlrd. dolerių (Financial Times, 2020)

Investicijos į žemės ūkio maisto pramonės technologijų inovacijas 2012–2019 metų laikotarpiu sparčiai augo (žr. 7 pav.). Nors 2019 m. fiksuotas investicijų sumažėjimas, tačiau dėl tebesitęsiančios pandemijos, ši pramonės šaka vis dar išlieka strategiškai svarbi, todėl tikėtina, kad investicijos į technologijų inovacijas ateityje augs (Baruchelli ir kt., 2020). Lietuvoje taip pat plėtojamos šios žemės ūkio maisto pramonei skirtos dirbtinio intelekto technologijų inovacijos (Bačiulienė ir Petrokė, 2020):

- hiperspektrinis vaizdavimas tiksliajam žemės ūkiui, skirtas nuotoliniu būdu įvertinti augalų mitybos būseną, atpažinti ankstyvoje stadijoje ligas, duomenų integravimo pagalba efektyviai naudoti agrochemiją;
- paskirstyta algoritmų apdorojimo infrastruktūra. Naujoviškų kriptografinių sprendimų, skirtų žemės ūkio maisto technologijoms, taikymas, įdiegta, paskirstyta ir decentralizuota duomenų apdorojimo infrastruktūra, užtikrinanti pažangų duomenų apdorojimo algoritmų prieinamumą ir naudojimą, išlaikant jų privatumą ir nuosavybės teises;

- ūkio ir grūdų valdymo programinė įranga. Specializuotos informacijos ir procesų valdymo sprendimai žemės ūkiui, pradedant nuo GIS pagrįstų ūkio valdymo ir planavimo platformų ūkininkams iki integruotų sistemų grūdų elevatoriams ir trąšų pardavėjams;
- maisto vientisumas naudojant dirbtinį intelektą ir Ramano spektroskopija. Galimybė greitai, neinvaziškai ir vietoje įvertinti maisto ir gėrimų kokybę, saugumą ir autentiškumą;
- elektroninė nosis maisto šviežumui tikrinti. Rankinis prietaisas, skirtas neinvaziniam žalios mėsos, paukštienos ir žuvies šviežumo nustatymui.

Lietuvoje steigiami skaitmeniniai inovacijų centrai (pvz., „AgriFOOD Lithuania“, „EDIH4IAE.lt) pelno nesiekiantys regioniniai tinklai, apjungiantys mokslo tyrimų, švietimo, verslo ir vyriausybės institucines organizacijas (pvz., „Lithuania Agro Space Digital Innovation Hub“), kurie orientuoti skatinti dirbtinio intelekto technologijų kūrimą, panaudojimą žemės ūkio maisto pramonėje. Norint sėkmingai naudoti dirbtinį intelektą bei suprasti, kokius įgalinimus gali suteikti žemės ūkio maisto pramonei, būtina atskleisti dirbtinio intelekto koncepcijas.

## 2. Dirbtinio intelekto poveikio žemės ūkio maisto pramonės plėtrai teoriniai sprendimai

Dirbtinio intelekto terminas pirmą kartą sukurtas Didžiojoje Britanijoje, Dartmuto koledže 1956 m. Iki 4.0 pramonės revoliucijos, kurios metu akseleruotas dirbtinio intelekto vystymas, dirbtinis intelektas plėtotas priklausomai nuo vyriausybių finansavimo. Šiuo metu dirbtinis intelektas yra esminė technologinė paradigma, o įvairios šalys jį laiko pagrindiniu 4.0 pramonės revoliucijos varikliu.

### 2.1. Dirbtinio intelekto koncepcijos

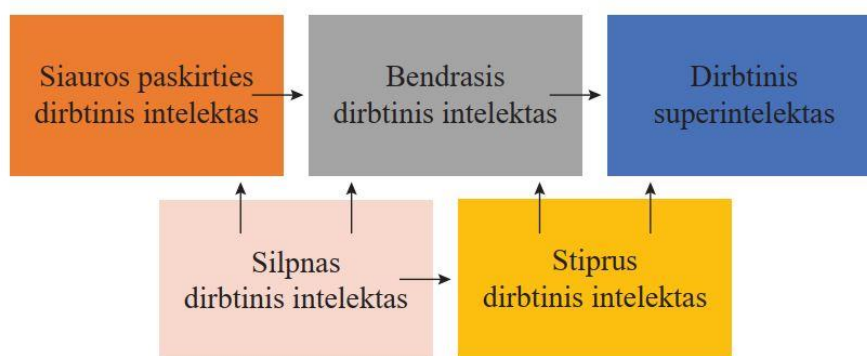
Dirbtiniam intelektui plėtoti šalys kuria iniciatyvas, strategijas ir planus, kuriuose išdėstomos gairės, kaip sukurti tinkamą dirbtinio intelekto ekosistemą, įvardijama, kas yra dirbtinis intelektas, tačiau vieningo susitarimo kaip apibrėžti dirbtinį intelektą nėra (Brachman 2006; Nilsson, 2010; Monett ir Lewis, 2018). Šalių strateginiuose dokumentuose pateiktuose apibrėžimuose (žr. 5 lent.) galima išskirti pasikartojančius raktinius žodžius, apibūdinančius dirbtinį intelektą: *sistemas, autonomiškos (savarankiškos), protingos arba demonstruoja protingą elgesį, geba analizuoti, atlikti užduotis, geba mokytis*. Sutinkamai su šiais raktiniais žodžiais, kai kurie mokslininkai taip pat apibrėžia dirbtinį intelektą kaip informacijos apdorojimo sistemas, gebančias teisingai interpretuoti išorinius duomenis (Haenlein ir Kaplan, 2019a; Scotti, 2020), mokytis iš tokių duomenų (Haenlein ir Kaplan, 2019a), priimti sprendimus (Scotti, 2020), lanksčiai pasiekti konkrečius tikslus ar įgyvendinti užduotis (Haenlein ir Kaplan, 2019a; Wang, 2019).

**5 lentelė.** Dirbtinio intelekto apibrėžimai (sudaryta autorės pagal lentelėje nurodytus dokumentus)

Dokumento pavadinimas	Šalis, metai	Dirbtinio intelekto sąvoka
Naujos kartos dirbtinio intelekto vystymo planas	Kinija, 2017	„Didžiųjų duomenų valdomas pažintinis mokymasis, žmogaus ir mašinų bendradarbiavimas sustiprino intelektą, integravo spiečių intelektą, <i>autonominės protingos sistemas</i> tapo dirbtinio intelekto vystymosi pagrindu“
Dirbtinio intelekto technologijos strategija	Japonija, 2017	„Dirbtinio intelekto technologija, kuri šiuo metu progresuoja, yra specializuota dirbtinio intelekto technologija, kuri <i>vykdo specializuotas užduotis</i> , ir yra naudojama tik žmogaus galimybės papildyti“
Dirbtinio intelekto strategija	Vokietija, 2018	„Stiprus dirbtinis intelektas reiškia, kad dirbtinio intelekto sistemos turi tokias pačias intelektines galimybes kaip žmogus, arba net pranoksta. Silpnas dirbtinis intelektas yra sutelktas į specifinių problemų sprendimą, taikant matematikos ir informatikos metodus, pagal kuriuos sistemos geba save optimizuoti. Sistemos yra skirtos <i>imituoti ir palaikyti žmogaus mąstymą</i> “
Nacionalinis požiūris į dirbtinį intelektą	Švedija, 2018	„Kas skiria dirbtinį intelektą nuo kitų automatizavimo metodų, tai dirbtinio intelekto technologijos <i>gebėjimas mokytis</i> ir laikui bėgant tapti protingesne“
Nacionalinis dirbtinio intelekto tyrimų ir plėtros strateginis planas	Jungtinės Amerikos Valstijos, 2019	„ <i>Protingos kompiuterinės sistemos</i> “
Lietuvos dirbtinio intelekto strategija	Lietuva, 2019	„ <i>Sistemas, kurios demonstruoja protingą</i> ir sumanų elgesį, analizuodamos savo aplinką ir darydamos <i>gana savarankiškus sprendimus</i> tikslui pasiekti“
Dirbtinio intelekto misija Austrija 2030	Austrija, 2019	„Dirbtinis intelektas apima kompiuterines <i>sistemas</i> , kurios demonstruoja protingą elgesį. Dirbtiniu intelektu pagrįstos <i>sistemas analizuoja savo aplinką ir veikia savarankiškai</i> , siekdamas tam tikrų tikslų“

Dirbtinis intelektas Belgijai (oficialus dokumento pavadinimas „AI 4 Belgium“)	Belgija, 2019	„Dirbtinis intelektas, tai <i>sistemas, kurios demonstruoja protingą elgesį</i> , analizuoja aplinką bei imasi tam tikro lygio <i>autonominių veiksmų</i> konkrečioms tikslams pasiekti“
Dirbtinio intelekto vystymo politika Lenkijoje 2019-2027	Lenkija, 2019	„Sparti skaičiavimo galia (nauji procesoriai), realiuoju laiku gaunamų duomenų kaupimo šaltiniai (jutikliai, platformos ir skaitmeniniu būdu palaikomos valdymo <i>sistemas</i> ), išvadų algoritmai vadinami dirbtiniu intelektu“
Nacionalinė dirbtinio intelekto strategija	Norvegija, 2020	„Dirbtiniam intelektui būdinga <i>autonomija</i> ir tai, kad jis gali priimti sprendimus ir inicijuoti veiksmus be žmogaus sąveikos“

Dirbtinio intelekto samprata yra nuolat besikeičianti, kadangi dirbtinis intelektas nuolat evoliucionuoja. Mokslinėje literatūroje išskirti dirbtinio intelekto evoliucijos etapai (Carrico, 2018; Haenlein ir Kaplan, 2019b; Fjelland, 2020; Zub, 2020): **siauros paskirties** dirbtinis intelektas (angl. artificial narrow intelligence), **bendrasis** dirbtinis intelektas (angl. artificial general intelligence) ir **dirbtinis superintelektas** (angl. artificial super intelligence). Siauros paskirties dirbtinis intelektas apsiriboja konkrečiomis užduotimis ar sritimis. Bendrasis dirbtinis intelektas išsprendžia sudėtingas problemas (Minsky, 1961 cit. Cohen ir Hutter, 2020), dar apibūdinamas kaip neutralus intelektas, kuris sprendžia įvairiausias problemas ir autonomiškai save kontroliuoja (Pennachin ir Goertzel, 2007 cit. Moruzzi, 2020). Šis dirbtinis intelektas turėtų išmokti prisitaikyti prie įvairios aplinkos ir spręsti skirtingas problemas, vertinti kontekstą, kuriame jis veikia, užmegzti ryšius tarp akivaizdžiai skirtingų taikymo sričių (Moruzzi, 2020). Dirbtiniam superintelektui žmogus tampa nereikalingas, nes jis suvokia save, turi mokslinį kūrybiškumą, socialinius įgūdžius ir bendrąją išmintį (Kaplan ir Haenlein, 2020). Dirbtinis intelektas pagal evoliucijos etapus dar klasifikuojamas į **silpną** (angl. weak) ir **stiprų** (angl. strong). Silpnas dirbtinis intelektas tapatinamas su siauros paskirties dirbtiniu intelektu ir bendruoju dirbtiniu intelektu (Kaplan ir Haenlein, 2020; Fjelland, 2020). Fjelland’as (2020) pastebi, kad bendrasis dirbtinis intelektas nors ir klasifikuojamas kaip silpnas, tačiau yra artimas stipriam dirbtiniam intelektui ir gali būti klasifikuojamas kaip stiprus dirbtinis intelektas, nors yra mažiau ambicingas nei stiprus dirbtinis intelektas (žr. 8 pav.)



8 pav. Dirbtinio intelekto evoliucijos etapai (sudarė autorė pagal Fjelland, 2020)

Nors mokslinėje literatūroje dėl technologijos ir dirbtinio intelekto sampratos nuolatinio vystymosi nėra daug dirbtinio intelekto klasifikacijų (žr. 6 lent.), tačiau remdamiesi dirbtinio intelekto evoliucijos etapais, autoriai Haenlein’as ir Kaplan’as (2019a) išskyrė dirbtinio intelekto sistemų tipus: 1) **analitinis** (angl. analytical) dirbtinis intelektas sukuria pažintinį pasaulio vaizdavimą ir priimdamas sprendimus naudoja mokymąsi, remdamasis praeityje įgyta patirtimi. Dauguma

dirbtinio intelekto sistemų, kurias naudoja įmonės, patenka į šią kategoriją, pvz.: vaizdo atpažinimas, autonominės transporto priemonės; 2) **žmogaus inspiruotas** (angl. human-inspired) intelektas turi ir pažinimo, ir emocinio intelekto elementų. Šios sistemos be pažintinio pasaulio vaizdavimo, sugeba suprasti žmogaus emocijas ir į jas atsižvelgti priimant sprendimus, pvz.: pažangios regėjimo sistemos, kuriomis atpažįstamos tokios emocijos kaip pyktis ar džiaugsmas, įmonių naudojamos siekiant atpažinti emocijas bendraujant su klientais ar priimant į darbą naujus darbuotojus; 3) **humanizuotas** (angl. humanized) intelektas sujungia pažintines, emocines ir socialines intelekto kompetencijas, tačiau tokių sistemų, kurios būtų sąmoningos ir suvoktų save sąveikoje su kitais, dar nėra, vyksta tik prototipų bandymai.

Davenport'as ir kiti (2020) dirbtinį intelektą klasifikuoja pagal užduočių tipą ir pagal įterpimą (angl. embeddedness). Pagal užduočių tipą dirbtinis intelektas klasifikuojamas į: 1) **analizuojantį skaičius** ir 2) **analizuojantį skaitmeninius duomenis** (pvz., tekstą, balsą, vaizdus ar veido išraiškas). Nors dirbtiniam intelektui prieš priimant sprendimus abiem atvejais reikalinga įvestis, tačiau analizuoti skaičius yra paprasčiau nei skaitmeninius duomenis. Pagal įterpimą dirbtinis intelektas skirstomas į: 1) **virtualios formos** (pvz., dirbtinis intelektas naudojamas išmaniuosiuose telefonuose, skaitmeninėse platformose) ir 2) **realios formos** (pvz., robotai). Tuo pačiu autoriai Davenport'as ir kiti (2020) pažymi, kad dirbtinio intelekto virtualias ir realias formas reikėtų suvokti ne kaip atskiras kategorijas, bet kaip tęstinumą, kuriame išplitę dirbtinio intelekto objektai – dirbtinio intelekto programa įterpta į robotą įgauna tiek virtualią, tiek realią formą.

Autoriai Strusani's ir Hounghonon'as (2019) dirbtinį intelektą pagal pažintinių gebėjimų imitavimą ir automatizavimą klasifikuoja į 1) **pagrindinį** (angl. basic), 2) **pažengusį** (angl. advanced) ir 3) **savarankišką** (angl. autonomous). Pagrindinis dirbtinis intelektas įterpia pažintinius gebėjimus (atmintį, kalbą, dėmesį ir pan.), priima sprendimus. Šio tipo dirbtinis intelektas dažniausiai naudojamas versle analizės pagrindu priimamiems sprendimams ar skaitmeninių platformų darbui pagerinti. Pažengęs dirbtinis intelektas modeliuoja tokius žmogaus pažinimo gebėjimus kaip suvokimas, regėjimas, erdvės suvokimas. Šio tipo dirbtinis intelektas sugeba analizuoti nestruktūrizuotus duomenis (tekstą, vaizdą, garsą ir pan.). Tikimasi, kad savarankiškas dirbtinis intelektas sugebės bendrauti su žmonėmis, mokyti savarankiškai, tačiau kol kas dar nėra naudojamas plačiai, o tik kuriami tokio tipo prototipai, pvz.: *Fetch Robotics*, *Boston Dynamics*, *Hanson Robotics* (Strusani ir kt., 2019).

Dirbtinis intelektas pagal taikomųjų programų funkcijas gali būti klasifikuojamas į 1) **aprašomąjį** (angl. descriptive), 2) **nuspėjamąjį** (angl. predictive) ir **nurodomąjį** (angl. prescriptive) (Olsen ir Tomlin, 2019; Jagtap ir kt., 2021). Aprašomasis dirbtinis intelektas išgauna duomenis, naudodamas jutiklius bei atskleidžia naujus ryšius. Nuspėjamasis dirbtinis intelektas gali veikti srityje, kurioje yra aiškūs priežasties ir pasekmės ryšiai. Nurodomasis dirbtinis intelektas kuria rekomendacijas atliekamiems veiksams (Jagtap ir kt., 2021).

6 lentelė. Dirbtinio intelekto klasifikacijos (sudarė autorė)

Pagal dirbtinio intelekto evoliucijos etapus (Haenlein ir Kaplan, 2019a)	Pagal užduočių tipą (Davenport ir kiti, 2020)	Pagal įterpimą (Davenport ir kiti, 2020)	Pagal pažintinių gebėjimų imitavimą ir automatizavimą (Strusani ir kt., 2019)	Pagal taikomųjų programų funkcijas (Olsen ir Tomlin, 2019; Jagtap ir kt., 2021)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• analitinis</li> <li>• žmogaus inspiruotas</li> <li>• humanizuotas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuojantis skaičius</li> <li>• analizuojantis skaitmeninius duomenis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• virtualios formos</li> <li>• realios formos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pagrindinis</li> <li>• pažengęs</li> <li>• savarankiškas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aprašomasis</li> <li>• nuspėjamasis</li> <li>• nurodomasis</li> </ul>

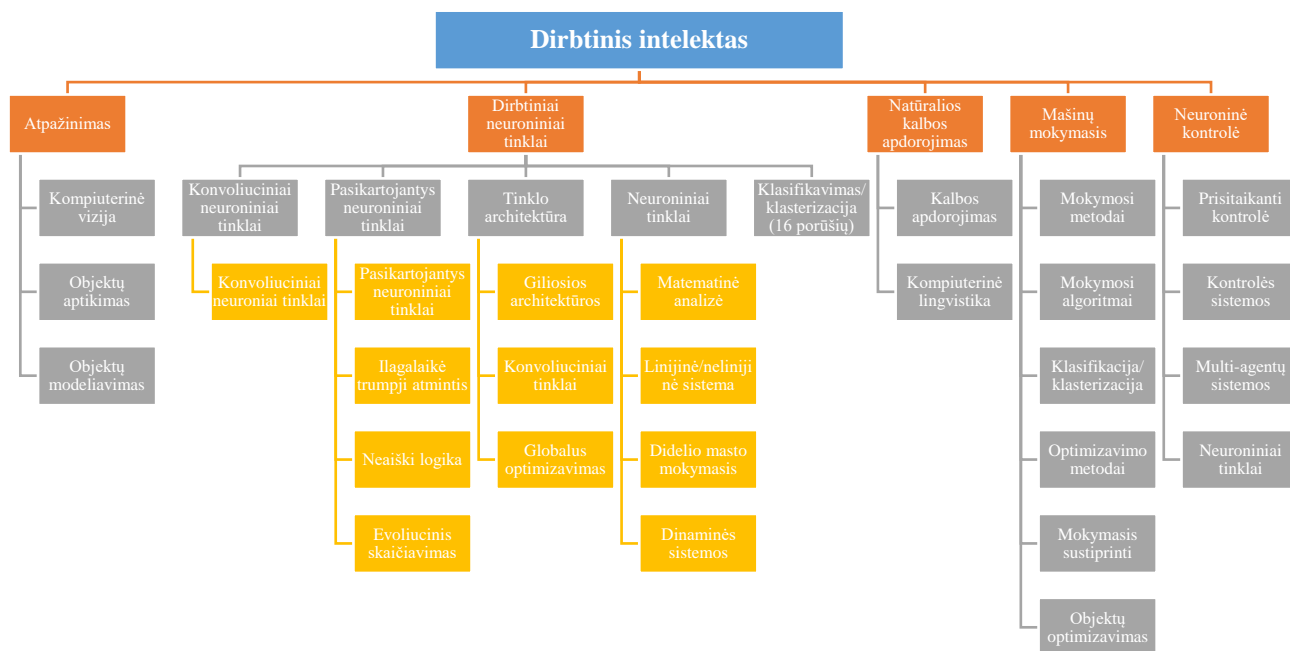
Mokslinėje literatūroje tik šiuo metu pradeda ryškėti dirbtinio intelekto analizės kryptys. Bawack’as ir kiti (2021) išskyrė keturias dirbtinio intelekto perspektyvas: studijų sritis, koncepcija, gebėjimas ir sistemos (žr. 9 pav.). *Studijų srities perspektyvoje* dirbtinis intelektas apibūdinamas kaip studijų sritis, tyrinėjanti galimybę mašinoms suteikti žmogaus intelekto gebėjimus. Dirbtinis intelektas suvokiamas ne kaip artefaktas, bet kaip žinios, kurių pagrindu mašinos gali elgtis kaip žmogus. *Koncepcijos perspektyvoje* dirbtinis intelektas iškeliamas kaip idėja, jog technologinės sistemos gali pačios mokytis, adaptuoti ir vystyti sprendimus problemoms išspręsti. Šioje perspektyvoje akcentuojamas dirbtinio intelekto gebėjimas stiprinti ir padidinti žmogaus intelektą, o ne tik automatizuoti žmogaus darbą. *Gebėjimo perspektyvoje* dirbtinis intelektas yra technologijoms suteiktas įgūdis veikti kaip žmogui. Priešingai nei prieš tai dviejose perspektyvose, šiuo atveju dirbtinis intelektas klasifikuojamas kaip artefaktas, pats dirbtinis intelektas nėra abstraktus. Dirbtinis intelektas apibrėžiamas kaip mašinų gebėjimas demonstruoti intelektą, vykdant užduotis, kurioms įprastai reikalingas žmogaus intelektas, pvz.: balso atpažinimas, kalbos vertimas, sprendimų priėmimas. *Sistemų perspektyvoje* dirbtinis intelektas apibūdinamas kaip sistema ar technologijos, veikiančios kartu, siekiant specifinių tikslų. Šioje perspektyvoje dirbtinis intelektas apibūdinamas panašiai kaip ir gebėjimo perspektyvoje, tačiau akcentuojami keli gebėjimai, sujungti į sistemą (Bawack ir kiti, 2021).



9 pav. Dirbtinio intelekto perspektyvos (sudarė autorė)



Dirbtinio intelekto technologijas sudaro penkios pagrindinės sritys: atpažinimas, dirbtiniai neuroniniai tinklai, natūralios kalbos apdorojimas, mašinių mokymasis ir neuroninė kontrolė. Mokslininkai Qian ir kt. (2020) tyrinėjo kaip hierarchiškai keitėsi dirbtinio intelekto technologijų struktūra 2009–2018 m. laikotarpiu. Jų tyrimo metu sukurtas evoliucinis sričių modelis apima dirbtinio intelekto sričių atsiradimą, išnykimą, susijungimą, suskaidymą ir migraciją. Šiuo metu labiausiai vystosi dirbtinių neuroninių tinklų sritis, nes turi ryškią žinių kaupimosi tendenciją. Kitose srityse žymūs anksčiau įvykę pokyčiai, ir nors šios sritys ir toliau evoliucionuoja, tačiau ne taip dinamiškai (žr. 10 pav.)



10 pav. Dirbtinio intelekto sritys (sudaryta autorės pagal Qian ir kt., 2020)

Dirbtinio intelekto sričių vystymąsi iš dalies paaikškina technologijų kompanijos „Cognizant“ 2019 metais įvardintos tikėtinos dirbtinio intelekto progreso fazės (žr. 7 lent.), kurios aprašytos remiantis kompiuterių ir interneto evoliucijos analogija:

- pirmoji fazė „Standartizacija“ (angl. standardization) įvardija atviro standarto sukūrimo būtinybę. Standartas sudaro galimybę dirbtinio intelekto funkcijas perkelti iš vienos užduoties į kitą (pvz., išmokti atpažinti kitokią objektų kategoriją), arba pakeisti sistemos modulius (pvz., vienos kalbos pakeitimas kita);

- antroji fazė „Naudojimas“ (angl. usability) susijusi su dirbtiniam intelektui reikalingomis sąsajomis, kurios leistų visiems naudotis dirbtiniu intelektu, nes siekiant dirbtinio intelekto augimo rinkoje, turi būti užtikrinta atvira konkurencija ir inovacijos;

- trečioji fazė „Vartotojiškumas“ (angl. consumerization) orientuojasi į galimybę patiems vartotojams kurti ir pritaikyti dirbtinį intelektą jų specifiniams poreikiams. Šioje fazėje dirbtinis intelektas pasiektų masinę gamybą: vartotojai galėtų reguliariai kurti, konfigūruoti sistemas skirtingiems tikslams ir sritims. Nors šiuo metu dirbtinis intelektas yra pasiekęs dalinį vartotojiškumą, tačiau pasiekti platesnį vartotojų ratą trukdo iki galo neįgyvendinta pirmoji fazė;

- ketvirtoji fazė „Pagrindimas“ apima dirbtinio intelekto įsitvirtinimą socialinėje ir verslo plotmėje. Dirbtinis intelektas reguliariai vykdys ar papildys verslo operacijas, optimizuos vykdomas

vyriausybių politikas, transportą, žemės ūkį, sveikatos priežiūrą. Prognozuojama, kad šioje fazėje žmogaus priimami sprendimai nebus keičiami mašinų priimamais savarankiškais sprendimais, greičiau tai reikėtų suprasti kaip žmogaus priimamų sprendimų sustiprinimą ir įgalinimą mašinomis (Cognizant, 2019).

**7 lentelė.** Dirbtinio intelekto progreso fazės (sudaryta autorės pagal Cognizant, 2019)

	<b>1 FAZĖ STANDARTIZACIJA</b>	<b>2 FAZĖ NAUDOJIMAS</b>	<b>3 FAZĖ VARTOTOJIŠKUMAS</b>	<b>4 FAZĖ PAGRINDIMAS</b>
<b>Geriausias veiksmas, skatinantis augimą</b>	Standartų apibrėžimas	Atvirų ir konkurencingų rinkų įsteigimas	Prižiūrėti ir užtikrinti reguliavimą, palaikantį vartotojų priėmimą	Nustatyti tikslus, orientuotus į žmogų, ir užtikrinti teigiamą socialinį ir verslo poveikį
<b>Rezultatas</b>	Standartai sąveikai	Sąsajos ne tik su programuotojais	Mokymai ir įdiegimas	Intelektinė ekonomika

Kiekviena dirbtinio intelekto sritis progreso fazes gali pasiekti skirtingu metu. Mašinų mokymasis jau dabar yra trečioje fazėje, nes plinta komercinis šios dirbtinio intelekto srities naudojimas. Didelės kompanijos visose pramonės šakose, pradėdant nuo mažmeninės prekybos iki žemės ūkio, mašinų mokymąsi integruoja į savo produktus ar veiklą.

Žvelgiant iš ekonominės perspektyvos, dirbtiniu intelektu paremtos technologijos tampa strateginiu verslo interesu. Dirbtinis intelektas apibrėžiamas kaip techninis pranašumas, kurio negalima atkurti kitomis technologijomis. McKinsey (2018) atlikto tyrimo metu, kuriame analizuoti 400 naudojimo atvejų 19 sektorių ir 9 verslo funkcijos, nustatė, kad dirbtinis intelektas 69 proc. pagerino tradicinės analizės metodus. Žemės ūkio pramonėje potenciali dirbtinio intelekto pridėtinė vertė sudaro 55 proc., lyginant su kitomis analitinėmis technikomis. Dirbtinio intelekto konkurencinis pranašumas prieš pirminius technologinius principus (modeliavimą, statistiką, euristiką ir kitą klasikinių optimizavimą) įvardijamas kaip specifiskai platus funkcijų spektras, kuris gali būti plačiai pritaikomas versle, nes tai yra objektyvus intelektas, sprendžiantis neapibrėžtas, sudėtingas situacijas ir generuojantis naujus sprendinius (Kordon, A., 2020). Deloitte (2020) atlikto tyrimo metu nustatyta, kad dirbtinio intelekto naudotojai sustiprino savo įsitikinimus dėl dirbtinio intelekto transformacinių galių versle ir pramonės šakoje. Tuo pačiu tai reiškia, kad netolimoje ateityje dirbtinis intelektas kaip konkurencinis pranašumas nebus įgijimas tiesiog jį taikant, bet reikės ieškoti sprendimų, kaip dirbtinį intelektą taikyti kūrybingai ir atsakingai (Deloitte, 2020).

Išanalizavus teorinę medžiagą, galima teigti, kad dirbtinis intelektas gali būti suprantamas keturiose perspektyvose: mokslo šaka, koncepcija, sistemos arba gebėjimas. Pats dirbtinio intelekto apibrėžimas nuolat kinta ir evoliucionuoja dėl technologijos vystymosi. Dirbtinio intelekto evoliucija tapo pagrindu klasifikacijai. Dirbtinis intelektas pagal evoliucijos etapus klasifikuojamas į analitinį, žmogaus inspiruotą ir humanizuotą. Dirbtinis intelektas taip pat klasifikuojamas pagal užduočių tipą (analizuojantis skaičius arba skaitmeninius duomenis), pagal įterpimą (virtualios arba realios formos), pagal pažintinių gebėjimų imitavimą ir automatizavimą (pagrindinis, pažengęs, savarankiškas), pagal taikomųjų programų funkcijas (aprašomasis, nuspėjamasis, nurodomasis). Dirbtinio intelekto sistemos dažniausiai apibūdinamos kaip autonomiškos (savarankiškos), protingos arba demonstruojančios protingą elgesį, gebančios analizuoti, mokytis ir atlikti užduotis. Ekonominiu požiūriu, dirbtinis intelektas įvardijamas kaip konkurencinis pranašumas.

## 2.2. Dirbtinio intelekto žemės ūkio maisto pramonėje barjerai

Dirbtinio intelekto technologijos taikymas neišvengiamai transformuoja žemės ūkio sektorių – nuo organizacinės struktūros iki priimamų sprendimų. Dirbtinis intelektas kuria teigiamą konkurencinį poveikį, tačiau susiduriama ir su iššūkiais, kurie stabdo šios technologijos plėtrą žemės ūkio sektoriuje (Lezoche ir kt., 2020). Mažiau skaitmeniškai subrendusiuose sektoriuose, dirbtinio intelekto taikymo barjerai yra panašūs į kliūtis, trukdančias skaitmenizacijai (Eager, 2020). Mokslininkai Annosi, Brunetta, Capo ir Heideveld'as (2020) išskyrė iššūkius, su kuriais susiduriama naudojant skaitmenines technologijas bei siekiant jų plėtros žemės ūkio maisto pramonėje (žr. 11 pav.)

Skaitmeninių technologijų naudojimo iššūkiai:	Skaitmeninių technologijų plėtros iššūkiai:
<ul style="list-style-type: none"><li>• 1. Duomenų sudėtingumas</li><li>• 2. Esminių patobulinimų trūkumas</li><li>• 3. Lyčių skirtumai</li><li>• 4. Modernumo trūkumas</li><li>• 5. Ūkininkavimo specifiškumas</li><li>• 6. Paslaugų trūkumas</li><li>• 7. Kliūtys vertinant naudą</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1. Prieiga</li><li>• 2. Institucijų palaikymo trūkumas</li><li>• 3. Tinkamų paskatų trūkumas</li><li>• 4. Amžius</li><li>• 5. Įsitraukimo stoka</li><li>• 6. Didelės išlaidos</li><li>• 7. Išsilavinimas</li><li>• 8. Žinios ir įgūdžiai</li><li>• 9. Kokybė</li><li>• 10. Interneto naudojimas</li><li>• 11. Kalba</li><li>• 12. Verslo modeliai</li></ul>

11 pav. Skaitmeninių technologijų iššūkiai žemės ūkio maisto pramonėje (sudaryta autorės pagal Annosi ir kt., 2020)

**Skaitmeninių technologijų naudojimo iššūkiai.** *Duomenų sudėtingumas.* Dirbtiniam intelektui naudoti svarbūs didieji duomenys. Žemės ūkio maisto pramonėje duomenys gali būti kaupiami apie dirvožemį, augalų būklę, gyvūnų sveikatą, orų prognozę, vartotojų poreikius ir pan. Didieji duomenys gali palengvinti iškilusius iššūkius, susijusius su ūkininkavimo užduočių (pvz., analizė, ūkininko ir vartotojai poreikiai, tiekimo grandinės integracija, efektyvumas) kompleksišku (Sarker ir kt., 2020). Didieji duomenys, jei nėra tvarkomi ir formuojami vieningai, sukelia papildomus iššūkius dėl jų svarbos nustatymo, atsirenkant, kuri informacija svarbiausia. Didieji duomenys gali palengvinti teisingų sprendimų priėmimą, tačiau svarbu išmokti šiuos duomenis apibendrinti ir interpretuoti. *Esminių patobulinimų trūkumas.* Sėkmingam dirbtinio intelekto technologijų panaudojimui svarbus pačios technologijos išvystymo lygis. Kuriami startuoliai, plėtojamose technologijose, tačiau ne visada pasiekiamas lygis, kai technologijos gali būti plačiai taikomos žemės ūkio maisto pramonėje. *Lyčių skirtumai.* Mokslininkų atlikto tyrimo metu paaiškėjo, kad moterys tris kartus dažniau linkusios naudoti technologijas negu vyrai (Annosi ir kt., 2020). Lyčių marginalizacija yra vienas iš skaitmeninių technologijų naudojimo iššūkių, tačiau svarbūs ir kiti barjerai – riboti įgūdžiai ir žinios, kalbos barjeras, kurie šiame kontekste vaidina didesnę vaidmenį (Annosi ir kt., 2020). *Modernumo trūkumas.* Jaunesni ūkininkai linkę dažniau naudotis skaitmeninėmis technologijomis, gamybos procesus modernizuoti, diegti inovacijas, tačiau žemės ūkio maisto pramonėje didesnę dalį ūkininkų sudaro vyresnio amžiaus asmenys.

*Ūkininkavimo specifiškumas.* Ne vienodas imlumas skaitmeninėms technologijoms ir dirbtiniam intelektui priklauso ir nuo vykdomos ūkinės veiklos. Pieno sektoriuje dažniau naudojamos skaitmeninės technologijos nei sektoriuje, susijusiame su žemės apdirbimu (Hennessy ir kt., 2016). *Paslaugų trūkumas.* Mokymų naudotis skaitmeninėmis technologijomis ar dirbtinio intelekto sistemomis, ir paslaugų, skirtų aptarnauti technologijas, trūkumas stabdo skaitmeninių technologijų ir dirbtinio intelekto naudojimą žemės ūkio maisto pramonėje. Agrobotus, dronus siūlančios bendrovės parduodamos savo prekes apmoko ūkininkus bei suteikia žinių, kaip naudotis dirbtiniu intelektu paremtomis technologijomis, tačiau pirminis technologijų įdiegimas neapima tolimesnių mokymų ar paslaugų, skirtų aptarnauti technologijas. *Kliūtys, vertinant naudą.* Dar vienas iššūkis skaitmeninių technologijų naudojimui, tai susidariusios kliūtys, vertinant galimą technologijų naudą. Sprendimų priėmėjai, įgyvendindami dirbtinio intelekto strategiją, yra susiję su kitomis suinteresuotomis šalimis ekonominiu aspektu, tačiau skirtingos suinteresuotųjų grupės ekonominius interesus derina su kitais interesais. Valdžios institucijos ekonominius interesus derina su technologijų diegimu, įtraukiant socialinį kontekstą – su sunkumais susiduriančių regionų, ūkių konkurencingumo didinimas, darbo vietų kūrimas. Verslininkai, dirbtinio intelekto kūrėjai ir investuotojai orientuojasi į greitą ir didesnę finansinę grąžą. Vartotojų interesai apima kokybiškesnių prekių poreikio tenkinimą, o asociacijos, konsultavimo agentūros ekonominį interesą derina su informacijos sklaida (Bačiulienė ir kt., 2020). Esant skirtingiems interesams dėl dirbtinio intelekto taikymo, sprendžiant iššūkį vertinant naudą, sprendimų priėmėjai turėtų susitelkti įvertindami ilgalaikę dirbtinio intelekto naudą žemės ūkiui. Sprendimų priėmėjai turėtų aiškiai įvardyti dirbtinio intelekto atnešamą naudą ūkiams ir jų plėtrai.

**Skaitmeninių technologijų plėtros iššūkiai.** *Prieiga.* Didelės išlaidos įrangai, priežiūrai, infrastruktūros trūkumas apriboja prieigos galimybes prie informacinių sistemų, didžiųjų duomenų, reikalingų skaitmeninių technologijų valdymui (Annosi ir kt., 2020). *Institucijų palaikymo trūkumas.* Skaitmeninių technologijų ir dirbtinio intelekto plėtrai reikalingas palankios politikos kūrimas. Institucijų palaikymo nebuvimas stabdo technologijų plėtrą. *Tinkamų paskatų trūkumas.* Kompleksinėse tiekimo grandinėse technologijų vystymąsi riboja skirtingos suinteresuotųjų paskatos, nes nauda ir išlaidos ne visada pasiskirsto teisingiausiu būdu (Zegher ir kt., 2019). *Amžius.* Kuo vyresnis ūkininkas, tuo mažesnė tikimybė, kad ūkyje bus taikomos skaitmeninės technologijos ir dirbtinis intelektas. *Įsitraukimo stoka.* Mažas vartotojų įsitraukimas, kuris atsiranda dėl verslaus mąstymo stokojančių ūkininkų ir jų pasipriešinimo naujovėms. Mažas partnerių įsitraukimas ir įsipareigojimas dengti išlaidas, susijusias su skaitmeninių technologijų ir dirbtinio intelekto taikymu. *Didelės išlaidos.* Finansiniai ištekliai ypač svarbūs plėtrai, nes diegiant skaitmenines technologijas ir dirbtinį intelektą, išlaidos apima ne tik jų įsigijimą, tačiau ir įdiegimą bei palaikymą, taip pat į išlaidų struktūrą įeina ir mokymų išlaidos (Rotz ir kt., 2019). *Išsilavinimas.* Siekiant skaitmeninių technologijų ir dirbtinio intelekto naudojimo plėtros, reikalingas skaitmeninis raštingumas. Tik skaitmeniškai raštingi asmenys suinteresuoti naudoti technologijas. *Žinios ir įgūdžiai.* Skaitmeninių technologijų ir dirbtinio intelekto integravimui, valdymui reikalingi kvalifikuoti darbuotojai, todėl žinių ir įgūdžių stoka gali stabdyti plėtrą. *Kokybė.* Interneto kokybė būtina tinkamam skaitmeninių technologijų ir dirbtinio intelekto palaikymui. *Interneto naudojimas.* Ūkininkai, kurie visai nesinaudoja internetu, linkę rečiau naudoti ir skaitmenines technologijas. *Kalba.* Dirbtinio intelekto sistemos informaciją dažnai teikia ne gimtąja ūkininko kalba, dėl šios priežasties ne retai visai atsisakoma jomis naudoti. *Verslo modeliai.* Jei žemės ūkio maisto pramonėje kiuose verslo modeliai nėra pritaikyti prie naujovių, tai investicijos ir nauji įgūdžiai nepadės skaitmeninių technologijų plėtrai.

Dirbtinio intelekto taikymo barjerai mokslinėje literatūroje dažniausiai kategorizuojami į socialinius, technologinius, ekonominius barjerus (žr. 8 lent.). Mokslininkė Cubric (2020) dirbtinio intelekto taikymo barjerus išskyrė taip pat į tris kategorijas: ekonominiai barjerai (išlaidos, paramos infrastruktūra), techniniai barjerai (duomenų prieiga, skaitmeninė infrastruktūra) ir socialiniai barjerai (priklausomybė nuo robotų, darbo vietų išsaugojimas, žinių trūkumas, saugumas, nepasitikėjimas). Lezoche ir kt. (2020) dirbtinio intelekto taikymo barjerus išskyrė į: socialinius (žmogaus pakeitimas dirbtiniu intelektu laikomas grėsme), technologinius (dirbtinis intelektas turi būti plėtojamas, siekiant palengvinti vizualizacijos plėtrą, kalbos sąsajų įdiegimas į sistemas gali būti naudingas ūkininkams nutolusiose vietovėse, dirbtinio intelekto ekspertų sistemos nėra pajėgios sukurti kūrybinius atsakus, ką gali padaryti žmonės ekspertai netikėtose situacijose, lankstumo stoka ir maža galimybė adaptuoti pasikeitus aplinkai) ir ekonominius barjerus. Bičkauskė ir kt. (2020) kaip vieną pagrindinių iššūkių įvardijo kibernetinį saugumą, kas ypatingai stabdo dirbtinio intelekto taikymą, o iš to kyla nepasitikėjimas technologija. Liu ir kt. (2021) akcentuoja tris aspektus, stabdančius dirbtinio intelekto plėtrą žemės ūkyje, – kol kas sudėtinga rasti standartizuotus technologinius sprendimus, atotrūkis tarp ūkininkų ir dirbtinio intelekto kūrėjų, žemės ūkyje norint apmokėti dirbtinio intelekto modelius reikia didelio duomenų kiekio.

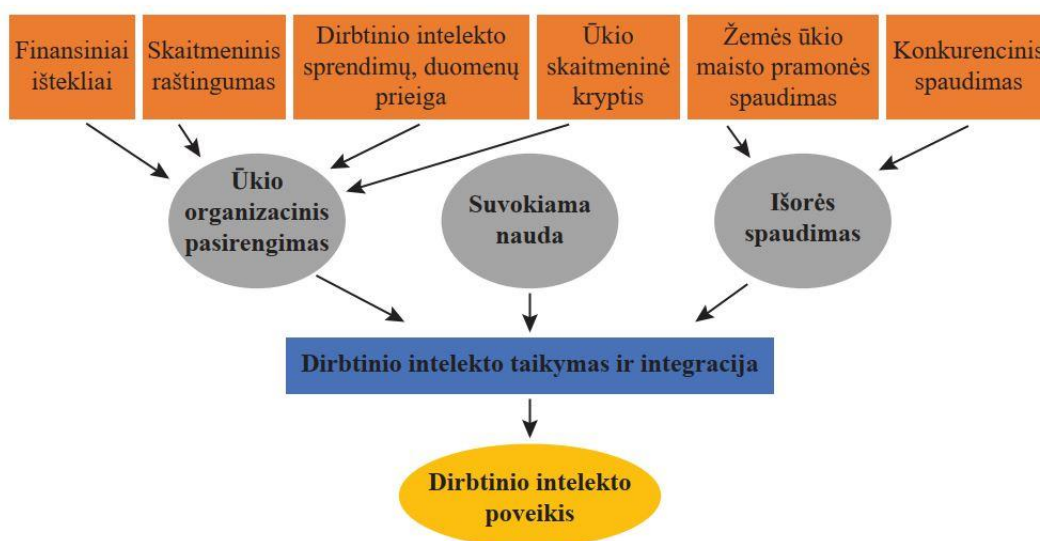
**8 lentelė.** Dirbtinio intelekto taikymo žemės ūkyje barjerai (sudarė autorė pagal Cubric, 2020; Lezoche ir kt., 2020; Bičkauskė ir kt., 2020; Liu ir kt., 2021)

<b>Dirbtinio intelekto taikymo barjerai</b>	
<b>Socialiniai</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Žmogaus pakeitimas dirbtiniu intelektu laikomas grėsme</li> <li>• Duomenų privatumas ir kibernetinis saugumas</li> <li>• Žinių ir išsilavinimo trūkumas</li> <li>• Nepasitikėjimas technologijomis</li> <li>• Atotrūkis tarp ūkininkų ir dirbtinio intelekto kūrėjų</li> </ul>
<b>Technologiniai</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirbtinis intelektas turi būti plėtojamas, siekiant palengvinti vizualizacijos plėtrą</li> <li>• Kalbos sąsajų įdiegimo į sistemą trūkumas (ne visada pateikiama informacija ūkininko gimtąja kalba)</li> <li>• Dirbtinio intelekto ekspertų sistemos nėra pajėgios sukurti kūrybinius atsakus, ką gali padaryti žmonės ekspertai netikėtose situacijose</li> <li>• Lankstumo stoka ir maža galimybė adaptuoti pasikeitus aplinkai</li> <li>• Negalėjimas atpažinti objekto ar situacijos, kai nėra įdiegtas atsakymas</li> <li>• Gali būti sudėtinga prižiūrėti informacinę bazę prižiūrėti</li> <li>• Standartizuotų technologinių sprendimų nebuvimas</li> <li>• Reikalingi dideli duomenų kiekiai</li> </ul>
<b>Ekonominiai</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Finansinių išteklių trūkumas</li> <li>• Paramos infrastruktūros nebuvimas</li> </ul>

Dirbtinio intelekto naudojimą taip pat gali lemti ir ūkio dydis, ūkininkų amžius ir darbo jėgos prieinamumas. Mokslininkai Shang ir kt. (2021) tyrimo metu siekė nustatyti dirbtinio intelekto ir skaitmeninių technologijų priėmimo ir sklaidos mechanizmus. Tyrimas atskleidė, kad 33 iš 43 atvejų ūkio dydis yra teigiamai susijęs su technologijų taikymu. Dideli ūkiai gali pasinaudoti masto ekonomija ir gali leisti dideles pradines investicijas į naujas technologijas. Ūkininkų amžius reikšmingas 12 iš 31 atvejų, tačiau 11 atvejų rodo neigiamą amžiaus įtaką dirbtinio intelekto ir skaitmeninių technologijų integravimui ūkio procesuose. Skaitmeninio ūkininkavimo technologijų sudėtingumas dažnai vertinamas kaip kliūtis vyresnio amžiaus ūkininkams. Be to, kuo mažiau lieka metų iki išėjimo į pensiją, tuo mažesnė tikimybė, kad bus planuojama skaitmeninė ūkio kryptis

(Barnes ir kt., 2019). Darbo jėgos prieinamumas, kaip ir nuolatinių darbuotojų skaičius, statistiškai reikšmingas 3 iš 8 atvejų. Pivoto ir kt. (2019) pastebi, kad kvalifikuotos darbo jėgos, dirbančios su nauja technologija, trūkumas yra kliūtis dirbtinio intelekto taikymui.

Dirbtinio intelekto barjerai gali būti įvardijami kaip veiksniai, paaiškinantys technologijos priėmimo elgesį. Naudos, organizacinio pasirengimo ir išorės spaudimo (toliau – NOI) modelis pirmą kartą pristatytas 1995 m., siekiant suprasti elektroninių duomenų apsikeitimo technologijos taikymą smulkiajame ir vidutiniame versle. Vėliau šis modelis naudotas įvairių technologijų taikymui suprasti, o 2019 m. NOI adaptuotas modelis pritaikytas dirbtiniam intelektui (Iacovou ir kt., 1995; Mehrtens, 2001; Dasgupta ir Wendler, 2019). NOI modelį sudaro trys pagrindiniai veiksniai – suvokiama nauda, organizacinis pasirengimas ir išorės spaudimas. Žemės ūkio maisto pramonėje NOI modelio konstruktai – ūkio organizacinis pasirengimas, išorės spaudimas – papildyti subkonstruktais, kurie detalizuoja pagrindinius veiksnius (žr. 12 pav.).

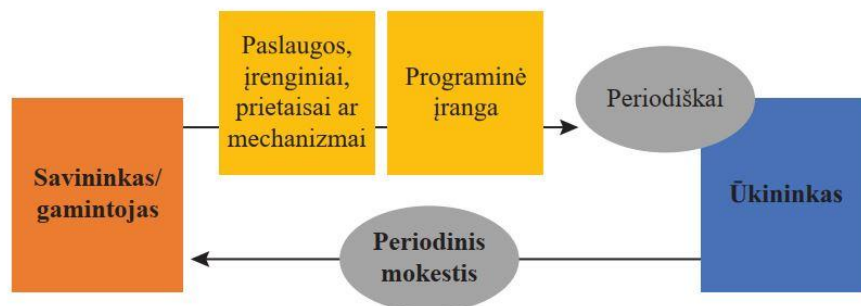


**12 pav.** Naudos, organizacinio pasirengimo ir išorės spaudimo (NOI) modelis žemės ūkio maisto pramonėje (sudaryta autorės)

Žemės ūkio maisto pramonėje dirbtinio intelekto taikymo centrinė ašis yra ūkis, todėl svarbus yra **ūkio organizacinis pasirengimas**. Dirbtinio intelekto technologijos taikymo ūkyje elgesį lemia finansiniai ištekliai, skaitmeninis raštingumas, dirbtinio intelekto sprendimų, duomenų prieiga bei ūkio skaitmeninė kryptis. Finansiniai ištekliai įgalina ūkį integruoti dirbtinį intelektą, tačiau biudžeto apribojimai gali užkirsti kelią investicijoms, ūkio darbuotojų perkvalifikavimui (Dasgupta ir kt. 2019).

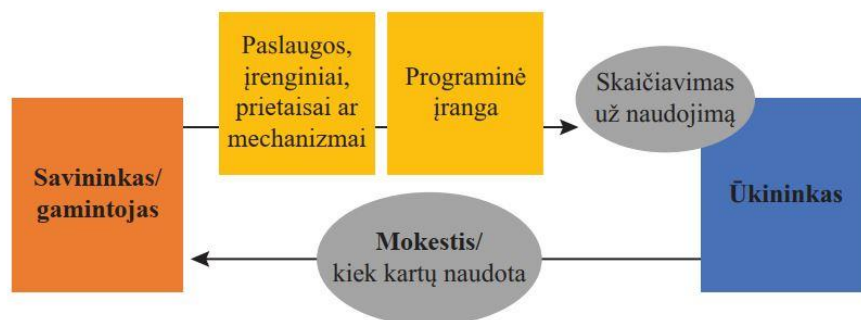
Apribotus finansinius išteklius ūkyje gali kompensuoti nauji verslo modeliai, kurie taip pat parenti dirbtinio intelekto sistemomis. Ūkiuose gamyba veikiama gamtinių sąlygų lemiamo sezoniškumo, todėl dalijimosi verslo modeliai gali kompensuoti brangias investicijas į dirbtinio intelekto sistemas. Dirbtinio intelekto pagrindu atsirandantys nauji verslo modeliai suteikia galimybes ūkininkams neįsigyjant nuosavybėn naudotis brangiai kainuojančia technine ar programine įranga. Žemės ūkio įrangos ir mechanizmų savininkai sujungiami dirbtinio intelekto programėlės pagalba su ūkininkais, neturinčiais tokių mechanizmų, suteikiama galimybė valdyti el. prekybą, atlikti vartotojų analizę.

**Prenumeratos verslo modelis** (žr. 13 pav.) dirbtinio intelekto algoritmų pagalba suteikia ūkininkui galimybę išbandyti tiek programinę įrangą, tiek techninę įrangą ar mechanizmus. Ūkininkas šios programinės ar techninės įrangos neįsigyja nuosavybėn, tačiau moka periodinį mokestį už naudojimąsi. Šis verslo modelis pašalina kliūtis išbandyti naujausius dirbtinio intelekto sprendimus ūkyje, kai ūkininkui trūksta finansinių išteklių, paliekant galimybę nutraukti prenumeratą, jei paslaugos, įrenginiai, prietaisai, mechanizmai ar programinė įranga neatitinka ūkininko lūkesčių ir poreikių. Taip pat šiame modelyje svarbus ir grįžtamasis ryšys iš ūkininkų. Techninės ar programinės įrangos gamintojai gauna atgalinį ryšį apie savo prekę ar paslaugą per surinktus duomenis, todėl gali nuolat tobulinti funkcijas, koreguoti procesus, pritaikant prie ūkio poreikių (Berlin ir kt., 2020).



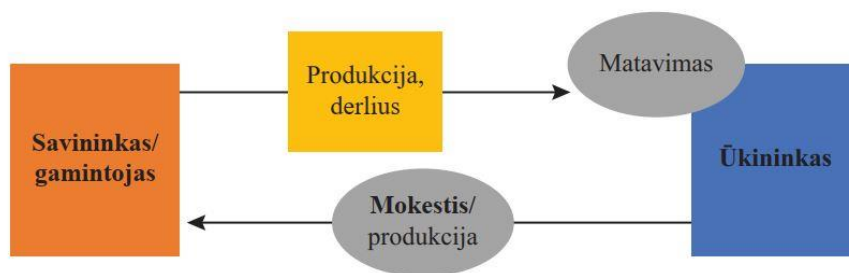
13 pav. Prenumeratos verslo modelis (sudarė autorė pagal Berlin ir kt., 2020)

**Naudojimo verslo modelis** (žr. 14 pav.) suteikia galimybę naudotis konkrečiomis paslaugomis, pvz.: derliaus ar dirvožemio žemėlapiais. Atpažinimo įrankis su dirbtinio intelekto algoritmu fiksuoja, kiek kartų paslauga naudotasi, ir automatiškai suformuojama sąskaita už naudojimą per mėnesį. Pats atpažinimo įrankis prieinamas kaip internetinė paslauga, todėl nereikia ūkininkui jokios papildomos programinės įrangos, norint naudotis paslauga (Berlin ir kt., 2020).



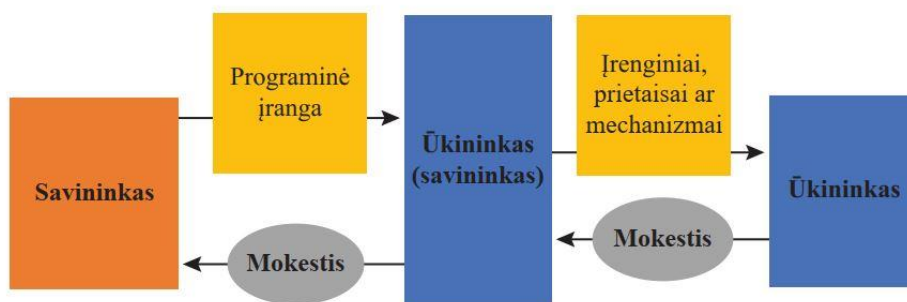
14 pav. Naudojimo verslo modelis (sudarė autorė pagal Berlin ir kt., 2020)

**Produkcijos verslo modelis** (žr. 15 pav.) ūkininkams siūlo mokėti už faktinę produkciją, pvz.: ūkininkas nebeperka kombaino, bet moka už tam tikru laikotarpiu nuimamą derlių. Savininkas gali pasiūlyti techninę įrangą ar mechanizmus pagal našumą, prisiimdamas techninės įrangos priežiūros riziką, kad būtų užtikrinamas jų veikimas. Tokio tipo verslo modelyje gali būti pasiūlytos žemės ūkio paslaugos, kurios užtikrina tinkamas dirvožemio savybes ar gyvūnų mitybos racioną. Mažieji robotai ar dronai taip pat gali būti siūlomi pagal šį modelį (Berlin ir kt., 2020).



15 pav. Produkcijos verslo modelis (sudarė autorė pagal Berlin ir kt., 2020)

Ūkininkai įsigiję brangios techninės ar programinės įrangos, neretai neišnaudoja įrangos maksimalaus pajėgumo, todėl dalijimosi verslo modelis suteikia galimybę tokia įranga dalintis. Dalijamasi per didelių įrenginių, mechanizmų ar programinės įrangos pajėgumu, kad būtų galimybė įsigyti naujausių technologijų sprendimus, tuo atveju, kai rinkoje nėra ūkininko poreikius atitinkančios įrangos. **Dalijimosi verslo modelis** (žr. 16 pav.) susijęs su papildomų pajėgumų pardavimu atgal į rinką. Dalijimosi verslo modelis įgyvendinamas internetinės platformos principu, kai dirbtinio intelekto algoritmai gali nustatyti, kada įranga yra neužimta ir pasiūlyti arčiausiai esančiam ūkininkui (pvz., *Hello Tractor* programėlė) (Berlin ir kt., 2020).



16 pav. Dalijimosi verslo modelis (sudarė autorė pagal Berlin ir kt., 2020)

Norint taikyti naujus verslo modelius svarbus skaitmeninis raštingumas. Skaitmeniniu raštingumu fiksuojamas ne tik technologinės patirties lygis, tačiau svarbu įvertinti technologijų valdymo bei palaikymo naudoti technologijas lygį, siekiant organizacinių tikslų (Chwelos ir kt., 2001). Ūkininkai, nors ir įgiję skaitmeninį raštingumą, ne visada linkę taikyti skaitmenines technologijas, žemas palaikymo naudoti technologijas lygis. Tokią situaciją lemia keletas faktorių – konservatyvus požiūris į ūkininkavimą kaip verslą, inovacijų taikymą žemės ūkyje, paskatų iš valstybinių institucijų stoka, neapibrėžtumas dėl teisinio reguliavimo. Ribotas supratimas apie dirbtinio intelekto galimybes neužtikrina aiškios ūkio skaitmeninės krypties. Žemės ūkio maisto organizacijose nesant ryškios lyderystės, organizacinėse struktūrose apsiribojama organizacijos silosais, t. y. vengiama dalintis informacija, veikiama savarankiškai, todėl nepriimami nauji pokyčiai, atsisakoma diegti dirbtinio intelekto technologijas, taip apribojant galimybę ūkyje didinti efektyvumą. Nepaisant šių ribotumų, skaitmenizacija ūkiuose vyksta, o vis daugiau skaitmenizuojami ūkiai turi pakankamai skaitmeninių duomenų, kurie yra fragmentiški,

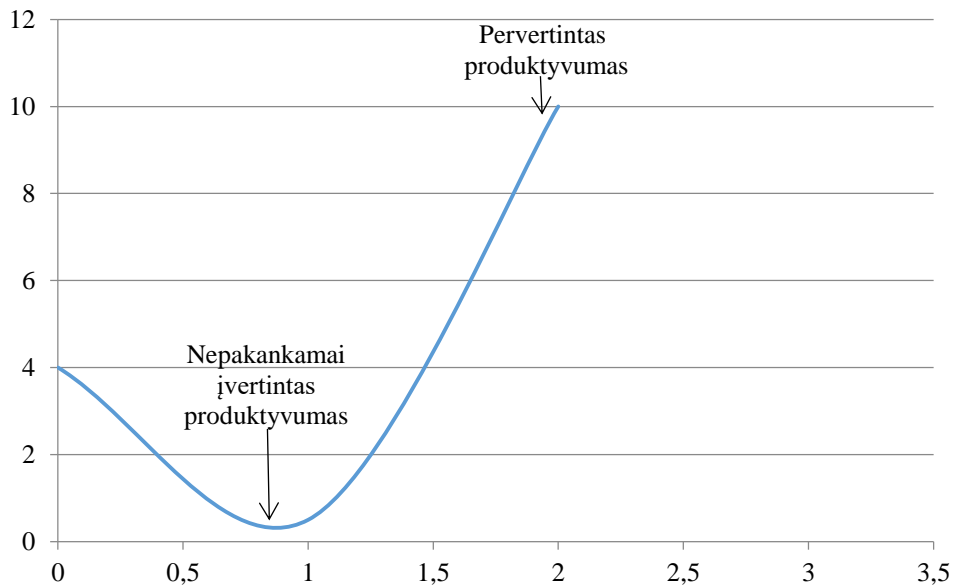


nesusisteminti. Klaidingai manoma, kad tik tikslūs, organizuotai surinkti duomenys yra viena iš prielaidų įgyvendinti dirbtinio intelekto sprendimus. Tobulėjant dirbtinio intelekto technologijoms, jos yra įgalintos susisteminti neišsamius, fragmentuotus duomenis. Be to, vis daugiau galimybių suteikia atvirų duomenų rinkiniai, kuriuos dažniausiai atveria valstybinės institucijos, nevyriausybinės organizacijos, mokslininkai (Dasgupta ir Wendler, 2019).

Vertinant dirbtinio technologijos taikymą ūkyje, labai svarbus faktorius yra dirbtinio intelekto sprendimų prieiga. Vienas iš prieigos variantų yra galimybė naudotis dirbtinio intelekto sprendimais, kurie kurti atvirojo kodo pagrindu. Pažangiausių technologijų, sukurtų atvirojo kodo principu, prieinamumas palengvina jų sklaidą, tokios technologijos yra nemokamos, laisvai prieinamos, lengvai modifikuojamos. Atvirojo kodo projektai skatina dirbtinio intelekto ekosistemos vystymąsi. Kitas prieigos variantas yra galimybė naudotis išbaigtais dirbtinio intelekto sprendimais. Tokiu atveju nereikia ilgo periodo laike, suvokiant dirbtinio intelekto technologijos pranašumą, ūkininkui nereikia skirti papildomų investicijų į brangiai kainuojančių sistemų vystymą, kurio galutinis rezultatas gali būti neaiškus (Dasgupta ir Wendler, 2019).

**Išorės spaudimas** patiriamas iš dviejų lygių – pramonės ir konkurentų. Ankstyvas dirbtinio intelekto technologijos taikymas žemės ūkio procesuose sukuria konkurencinį pranašumą, o tai didina efektyvumą, gamybos apimtį, sukuria technologinius patobulinimus procesuose. Konkurencinis spaudimas lemia, ar ūkio sprendimas taikyti dirbtinio intelekto technologijas bus proaktyvus ar reaktyvus, atsakomasis. Pramonės lygmenyje spaudimas susijęs su pramonės asociacijų pastangomis įtvirtinti dirbtinio intelekto technologijas. Šiame lygmenyje spaudimas transformuojasi į bendradarbiavimo formas, apjungiant valdžios institucijas, verslus – ūkius, dirbtinio intelekto kūrėjus, investuotojus, asociacijas, pvz.: jungiantis įvairias Lietuvos valstybines ir privačias organizacijas, pelno nesiekiantis tinklas, „Lithuania Agro Space Digital Innovation Hub“, skaitmeniniai inovacijų centrai „AgriFOOD Lithuania“, „EDIH4IAE.lt“. Šių organizacijų tikslai yra vienyti suinteresuotąsias šalis dėl skaitmeninių technologijų naujovių atsiradimo, efektyvinti žemės ūkio maisto pramonę, spartinti dirbtinio intelekto diegimą (Bačiulienė ir kt., 2020).

**Suvokiama nauda** lemia apsisprendimą taikyti technologijas, tačiau suvokiamos išlaidos mažina tikimybę taikyti ir integruoti technologijas (Chwelos ir kt., 2001). Vertinant naudą, svarbi produktyvumo J kreivė, kurią tyrinėjo mokslininkai Brynjolfsson'as ir kt. (2018). Mokslininkai tyrimų metu nustatė, kad iš pradžių įmonės investuoja į dirbtinio intelekto technologijas, tačiau ekonominiuose rodikliuose tai parodoma kaip sumažėjęs produktyvumas, kuris atspindi pradines išlaidas, vėliau seka staigus produktyvumo padidėjimas, nes atvaizduojama ir ankstesnių metų sukaupta nemateriali nauda. Šį reiškinį mokslininkai ir apibūdino kaip produktyvumo J kreivė (žr. 17 pav.)



**17 pav.** Dirbtinio intelekto sukuriamo produktyvumo J kreivė (parengė autorė pagal Brynjolfsson ir kt., 2018)

Ūkiams reikia laiko sugalvoti, kaip panaudoti dirbtinį intelektą, o tai reikalauja investicijų į nematerialius pokyčius, įskaitant pačios gamybos organizavimo permąstymą. Ūkiai įdiegę fizinę įrangą, turi sukurti naujus verslo ir ūkio procesus, apmokyti darbuotojus, esant poreikiui, tobulinti programinę įrangą, kurti kitą nematerialųjį turtą. Todėl nematerialios investicijos, susijusios su dirbtinio intelekto potencialo išryškiniu, iš karto neparodomas ekonomikos rodikliuose (Brynjolfsson ir kt., 2018).

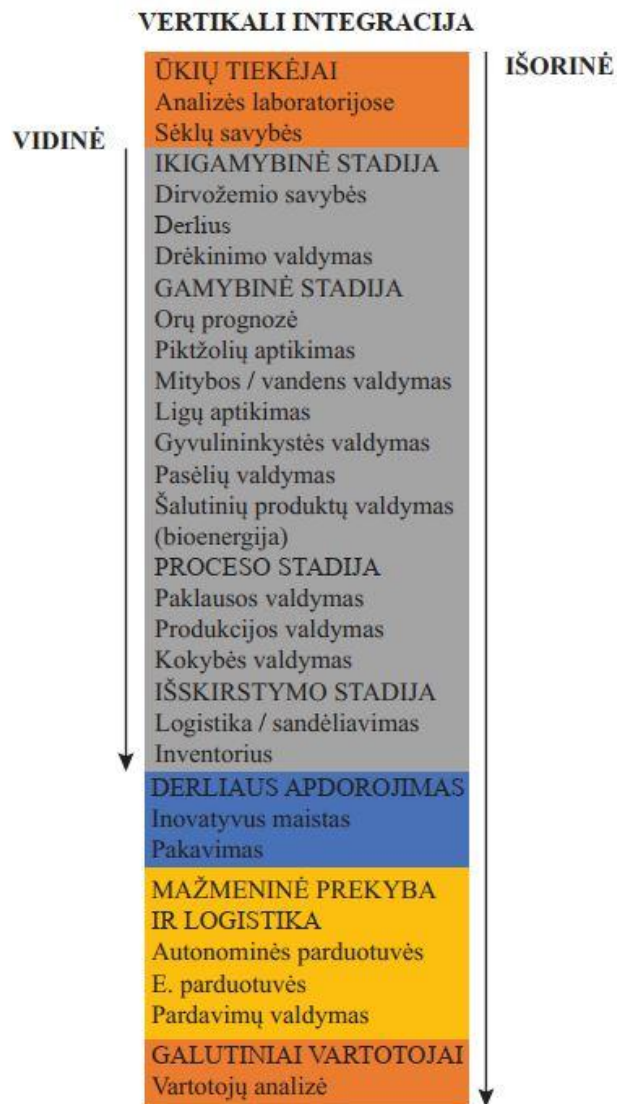
Literatūros analizė parodė, kad sėkmingam dirbtinio intelekto taikymui žemės ūkio maisto pramonėje trukdo barjerai, kurie gali būti skirstomi į socialinius, technologinius ir ekonominius, todėl siekiant žemės ūkio maisto pramonės plėtros būtina atsižvelgti į šių barjerų pašalinimo ar sumažinimo galimybes. Dirbtinio intelekto taikymo barjerai naudos, organizacinio pasirengimo ir išorės spaudimo modelyje transformuojami į veiksniai, paaiškinančius technologijos priėmimo elgesį. Vienas iš veiksnių – finansiniai ištekliai, – dirbtinio intelekto pagalba gali būti kompensuojamas naujais verslo modeliais.

### 2.3. Dirbtinis intelektas skirtingose žemės ūkio maisto pramonės tiekimo grandinės fazėse

Žemės ūkio maisto pramonė nėra paprastas tradicinis sektorius, tai sudėtingas verslo tinklas, veikiantis vertės grandinėje nuo gamybos iki vartojimo. Ši pramonės šaka gali augti, vystytis, tapti tvari ir konkurencinga, pasitelkiant naujausias technologijas. Dirbtinis intelektas didina žemės ūkio sektoriaus produktyvumą, darbo našumą, prie to prisideda mašinų mokymasis, kadangi sukurtos technologijos leidžia prognozuoti pasėlių derlių, nustatyti drėkinimo intensyvumą, išvystytas dirvožemio kiekio jutimas. Pasitelkiant kitas dirbtinio intelekto sritis (pvz., vaizdo stebėjimą, robotus) stebimi pasėliai, aptinkamos piktžolės, ravėjimas bei pasėlių sėjimas / sodinimas atliekamas automatizuotai (Bačiulienė ir Petrokė, 2020; Lakshmi ir Corbett, 2020). Dirbtinio intelekto pagrindu sukurti technologiniai sprendimai leidžia ūkininkams pagaminti daugiau produkcijos mažesniais sąnaudomis, didinamas tiekimo grandinės efektyvumas, tuo pačiu sprendžiamos visuomenei svarbios problemos, nes gerinama produkcijos kokybė ir saugumas bei užtikrinamas greitesnis derliaus pristatymas į rinką (Europos Parlamento Žemės ūkio ir plėtros komitetas, 2019; Talaviya ir kt., 2020).

Žemės ūkio maisto produktų pramonėje dirbtinis intelektas gali būti integruojamas tiek horizontaliai, tiek vertikalčiai. Vertikalią integraciją galima skirstyti į vidinę ir išorinę, pagal dirbtinio intelekto raišką – ūkyje ar už jo ribų (žr. 18 pav.). **Vertikali vidinė integracija** vyksta dirbtinį intelektą taikant ūkio tiekimo grandinėje, kurią sudaro keturios pagrindinės stadijos – ikigamybinė, gamybinė, proceso ir išskirstymo stadijos (Sharma ir kt., 2020). Ikigamybinėje stadijoje dirbtinis intelektas tampa įrankiu nustatant dirvožemio savybes, paruošiamas ankstesnis derlius naujai sėjai, valdomos drėkinimo sistemos. Gamybinėje stadijoje dirbtinio intelekto pritaikomumas platesnis – orų prognozavimas padeda laiku nuimti derlių, piktžolių aptikimas išsaugoti gausesnį derlių, reguliuoti mitybą ir vandens kiekį pagal gyvulių individualius poreikius, stebėti gyvulių sveikatą, stebėti pasėlius ir apdorojus duomenis, parinkti tinkamiausią trąšų kiekį, panaudoti bioenerziją. Proceso stadijoje dirbtinis intelektas pasitelkiamas analizuoti paklausą, valdyti produkcijos kiekius, užtikrinti produktų kokybę.

Dirbtinio intelekto **vertikali išorinė integracija** (žr. 18 pav.) apima integraciją ūkio viduje, tačiau įtraukiami išorės veikėjai: tiekėjai, mažmeninės prekybos atstovai, galutiniai vartotojai. Tokia technologijos integracija įmanoma tada, kai yra atsekamumas visose grandinės dalyse, grandinės dalyviai dalijasi informacija ir duomenimis (Europos Parlamento Žemės ūkio ir plėtros komitetas, 2019). Dirbtiniu intelektu tiriamos sėklų savybės, analizuojami duomenys laboratorijose. Derliaus apdoravimo stadijoje dirbtinio intelekto pagalba kuriamas inovatyvus maistas iš pirminės žemės ūkio produkcijos, pakavimo procesai atliekami robotizuotai. Mažmeninės prekybos ir logistikos stadijoje pasitelkiant dirbtinį intelektą gali būti steigiamos autonominės parduotuvės, dirbtinio intelekto algoritmai naudojami vartotojų analizei, el. parduotuvėse, valdomi pardavimai. Paskutinėje stadijoje analizuojami duomenys, susiję su vartotojais, jų įpročiais.



**18 pav.** Dirbtinio intelekto vertikali integracija žemės ūkio maisto pramonėje (sudarė autorė)

Dirbtinio intelekto **horizontali integracija** šiuo metu yra besiformuojanti, nes įtraukiami nauji technologijų kūrimo dalyviai ir paslaugų teikėjai, kurie vis labiau tampa aktualūs žemės ūkio maisto produktų sektoriuje. Horizontali dirbtinio intelekto integracija šiuo metu dažniausiai įgyvendinama taikomosios programinės įrangos pagalba, pvz.: *Hello Tractor* programėlė suteikia galimybę smulkiesiems ūkininkams naudotis pažangiausia žemės ūkio technine įranga (5 pav.), kurios negali turėti dėl aukštų įsigijimo kaštų. Programėlė paremta dirbtiniu intelektu veikia panašiai kaip dalijimosi automobiliais programėlės – traktoriai yra prijungti prie duomenų debesies, todėl ūkininkai gali stebėti, kurioje vietoje yra traktorius, kokia jo markė, modelis, eksploatacinės savybės bei matyti nuomos kalendorių. Ši programėlė taip pat informuoja apie oro sąlygas, todėl ūkininkai gali tinkamiausiu laiku atlikti žemės ūkio darbus, neprarasti derliaus.

## HORIZONTALI INTEGRACIJA



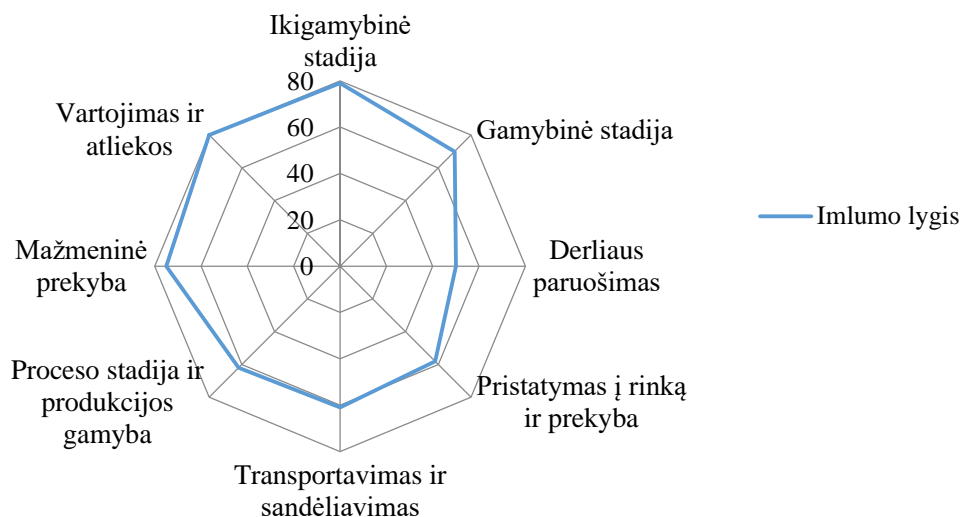
**19 pav.** Dirbtinio intelekto horizontali integracija žemės ūkio maisto pramonėje pagal *Hello Tractor* programėlę (sudarė autorė)

Tiekimo grandinės valdymui reikalingi sprendimai, kurie optimizuoja išteklių kiekį, susijusį su keliais nuosekliais gamybos – logistikos procesų etapais. Žemės ūkio maisto pramonės tiekimo grandinė apibūdina veiklą, susijusią su žemės ūkio ar sodininkystės produktų gamyba ir platinimu nuo ūkio iki stalo (Aramyan ir kt., 2007). Šioje grandinėje ūkininkai, paskirstymo, perdirbimo įmonės, rinkodaros ekspertai turi dirbti kartu, kad žemės ūkio maisto produktus pristatytų galutiniams vartotojams, siekiant patenkinti jų poreikius aukščiausiu paslaugų lygiu (Christopher, 2005). Žemės ūkio maisto pramonės tiekimo grandinė nuo kitų grandinių skiriasi veiksniais, kurie veikia pačią grandinę – maisto kokybė ir sauga bei gamtinių sąlygų kintamumas (Salin, 1998). Žemės ūkio maisto pramonės tiekimo grandinė šiuo metu yra dėmesio centre. Vartotojai yra ypač reiklūs, nori būti informuoti apie ūkių rinkas, taikomas gamybos praktikas ir rinkodaros strategijas, todėl kuriant žemės ūkio maisto tiekimo grandines įvedami papildomi reguliavimai, į rinką orientuoti standartai (Violi, 2020). Europos Komisija 2019 m. pristatė strategiją „Žalioji kursas“. Šia strategija siekiama, kad ES taptų modernia, išteklius efektyviai naudojančia visuomene, pasižyminčia konkurencinga ekonomika. Strategijos „Žalioji kursas“ sudedamoji dalis yra programa „Nuo ūkio iki stalo“, kuri įpareigos žemės ūkio maisto pramonę mažinti aplinkosauginį pėdsaką ir sukeltą poveikį klimato kaitai. Žemės ūkio maisto pramonės tiekimo grandinė turės būti neutrali aplinkai, saugoti žemės, vandens, augalų, gyvūnų sveikatą ir gerovę, skatinama ekologinė gamyba ūkiuose. Strategija „Žalioji kursas“ tikimasi pasiekti nustatytus tvarumo standartus, didinti ūkių pajamas ir ES konkurencingumą.

Dėl aukštų standartų, ribojančio vyriausybinių reguliavimų, greitai gendančių produktų, ribotos galimybės kaupti produktų atsargas paklausai kompensuoti, visi etapai, kai gaminami, transportuojami žemės ūkio maisto produktai, turi būti ypač nuosekliai koordinuojami, todėl žemės ūkio maisto pramonės tiekimo grandinės procesai – gamyba, atsargų laikymas, logistika, – turi būti vertinami kaip daugiapakopė sistema (Violi, 2020). Pournader ir kt. (2021) analizė atskleidė, kad dirbtinio intelekto įrankiai naudojami įvairioms tiekimo grandinės operacijoms, siekiant palengvinti sprendimų priėmimą. Dirbtinio intelekto metodai plačiai naudojami atsargų valdymui, paklausos prognozavimui, rizikos valdymui. Siekdami konkurencinio pranašumo, tiekimo grandinės partneriai tarporganizacinių procesų strategijas turi kurti orientuojantis į dirbtinį intelektą.

Autoriaus Tzachor (2020) atlikto tyrimo metu nustatyta, kad dirbtinio intelekto sistemų integravimas ir palaikymas žemės ūkio maisto pramonės tiekimo grandinėje netolygus, kiekviena tiekimo grandinės fazė skiriasi imlumu technologijai. Iš 20 pav. matyti, kad dirbtinis intelektas labiausiai integruotas ir adaptuotas ikigamybinėje ir vartojimo bei atliekų stadijose. Mažiausiai imli dirbtiniam intelektui derliaus paruošimo fazė. Pažymėtina, kad tyrimo metu nustatyta, kad nei viena žemės ūkio maisto produktų tiekimo grandinės fazė neįvardyta kaip labai imli (balai nuo 81 iki 100) dirbtiniam intelektui (Tzachor, 2020). Toks netolygus dirbtinio intelekto integravimas ir adaptavimas apsunkina skaitmeninę transformaciją, sunkiau pasiekti efektyvumo, pelningumo ir produktyvumo didėjimo efektą, todėl didžiausias dirbtinio intelekto iššūkis – paskirstymo poveikis,

t. y. sugebėti pritaikyti technologijas ir dirbti kartu su dirbtiniu intelektu, sugebėti tinkamai paskirstyti kapitalą technologijoms ir technologijoms imliems sektoriams bei sukurti tinkamą aplinką skaitmeninės rinkos kūrėjams (Aly, 2020).



**20 pav.** Žemės ūkio maisto pramonės tiekimo grandinės fazių imlumas dirbtiniam intelektui (sudarė autorė pagal Tzachor, 2020).

Apibendrinant, galima teigti, kad dirbtinio intelekto taikymas žemės ūkio maisto pramonėje yra Europos Sąjungoje prioritetinė sritis, kuri turi įgalinti skaitmeninę transformaciją, prisidedančią prie žemės ūkio maisto pramonės plėtros. Žemės ūkio maisto pramonės tiekimo grandinėje dirbtinis intelektas gali būti integruojamas tiek vertikaliai, tiek horizontaliai, tačiau netolygus kiekvienos tiekimo grandinės fazės imlumas dirbtiniam intelektui lemia apsunkintą skaitmeninę transformaciją. Europos Sąjungos išskirti tikslai kurti konkurencingesnę žemės ūkio maisto pramonę bei ją plėtoti atsižvelgiant į Žaliojo kurso programą ir jos priemonę „Nuo ūkio iki stalo“, lemia poreikį įvertinti, koks tikėtinas poveikis šios pramonės plėtrai.

### 3. Dirbtinio intelekto poveikio žemės ūkio maisto pramonės plėtrai tyrimo metodologija

**Tyrimo problema.** Žemės ūkio maisto pramonė Lietuvoje yra viena neproduktyviausių Europos Sąjungoje, susiduriama su efektyvinimo problemomis, tačiau nėra pakankamai iširta ir identifiukuota, kokios konkrečios efektyvinimo problemos yra Lietuvos žemės ūkio maisto pramonėje. Skaitmeninės transformacijos akivaizdoje dirbtinis intelektas laikomas įrankiu efektyvinimo problemoms spręsti, siekiant žemės ūkio maisto pramonės plėtros. Trūksta informacijos, su kokiais barjeriais susiduriama taikant dirbtinį intelektą Lietuvoje, kokios paskatos veikia šios technologijos priėmimą žemės ūkio maisto pramonėje. Tyrimų, kuriais būtų tirtas dirbtinio intelekto poveikis Lietuvos žemės ūkio maisto pramonės plėtrai nėra.

**Tyrimo metodai.** Tyrimui atlikti pasirinkta **ekspertinio vertinimo metodas**. Kardelis (2007) nurodo, kad mokslinis objektyvumas pasiekiamas, kai apklausiami atrinkti asmenys, turintys tam tikros srities specialių žinių.

**Tyrimo instrumentarijus.** Tyrimui pasirinktas instrumentas – **ekspertinė anketa**. Ekspertinės anketos sandara: anketą sudaro 7 klausimai – 4 ir 6 klausimai turi po tris subklausimus, 7 klausimas turi penkis subklausimus. Ekspertinės apklausos 1-6 rangavimo klausimais siekiama įvertinti veiksnis, lemiančius žemės ūkio maisto pramonės efektyvinimo problemas Lietuvoje, paskatas, dėl kurių investuojama į dirbtinį intelektą žemės ūkio maisto pramonėje, bei veiksnis, lemiančius dirbtinio intelekto taikymą ir integraciją žemės ūkio maisto pramonėje, nustatyti socialinius, technologinius ir ekonominius barjerus, trukdančius taikyti dirbtinio intelekto sistemas Lietuvos ūkiuose, įvertinti faktorius, lemiančius dirbtinio intelekto integraciją į maisto tiekimo grandinę, nustatyti funkcinį, socialinį ir ekonominį dirbtinio intelekto poveikį Lietuvos žemės ūkio maisto pramonės plėtrai. Likusiu 7 klausimu apklausiamos demografinės respondentų charakteristikos: lytis, amžius, išsilavinimas, profesinės veiklos sritis, profesinės veiklos patirtis. Ekspertinė anketa yra anoniminė. Ekspertinė anketa pateikiama 1 priede.

**Tyrimo eiga.** Ekspertinį vertinimą atliekant rangavimo būdu, stebimas geriausias rezultatų suderinamumas (Podvezko, 2005). Pasirinkus šį metodą, rekomenduojamas apklausiamų ekspertų skaičius yra 10–100 respondentų (Makridakis ir kt., 1998). Lynn'o (1986) nuomone, atliekant tyrimą ekspertinio vertinimo metodu, minimalus ekspertų skaičius yra 5. Optimaliu ekspertų grupės dydžiu laikoma, kai ekspertiniame vertinime dalyvauja 8-10 ekspertų. Ekspertiniame vertinime dalyvavo 14 ekspertų. Tyrimo duomenys buvo renkami 2021 m. lapkričio 8 – 19 d. Tidikio (2003) teigimu, ekspertai privalo turėti specialios patirties bei būti kompetentingi su tyrimo objektu susijusioje srityje. Tyrimui atrinkti ekspertai, susiję su dirbtinio intelekto kūrimu ir / ar pardavimu bei žemės ūkio maisto pramone. Ekspertais laikomi asmenys turintys ne mažesnę kaip trejų metų patirtį šiose srityse ir įgiję aukštąjį išsilavinimą. Parengta anketa buvo siunčiama elektroniniu paštu. Siekiant užtikrinti duomenų konfidencialumą, respondentų duomenys darbe neviešini.

Ekspertai (respondentai)  $E_1, E_2, \dots, E_m$  nurodo kriterijams  $X_1, X_2, \dots, X_n$  kiekybinius svarbos įverčius (balus)  $B_1, B_2, \dots, B_n$ . Atlikus ekspertų apklausą, apdorojami gauti duomenys. Ekspertų grupės nuomonių suderinamumą nurodo konkordancijos koeficientas. Tyrimui taikomos hipotezės:

$H_0$ :  $W=0$ , t. y. vertinimai yra prieštaringi;

$H_1$ :  $W \neq 0$ , t. y. vertinimai yra panašūs.

Ekspertų nuomonių sutapimas vertinamas Kendall'o konkordancijos (suderinamumo) koeficientu  $W$ .

**Ekspertų vertinimų suderinamumo skaičiavimo metodika.** Ekspertams ( $m$ ) suteikus balus kokybės rodikliams, vertinimai ( $B_{ij}$ ) surašomi lentelėje (žr. 9 lent.).

**9 lentelė.** Ekspertų kriterijams (kokybės rodikliams) suteikti balai  $B_{ij}$  (parengė autorė pagal Mehta ir Patel, 2013)

Eksperto (respondento) kodas		Kriterijaus (kokybės rodiklio) žymuo, $i = 1, 2, \dots, n$				
		$X_1$	$X_2$	$X_3$	...	$X_n$
$j = 1, 2, \dots, m$	$E_1$	$B_{11}$	$B_{12}$	$B_{13}$	...	$B_{1n}$
	$E_2$	$B_{21}$	$B_{22}$	$B_{23}$	...	$B_{2n}$
	$E_3$	$B_{31}$	$B_{32}$	$B_{33}$	...	$B_{3n}$
	...	...	...	...	...	...
	$E_m$	$B_{m1}$	$B_{m2}$	$B_{m3}$	...	$B_{mn}$

Kiekvienam kriterijui suteikti balai  $B_{ij}$  pakeičiami rangais  $R_{ij}$ . Eksperto kokybės rodikliui suteiktas didžiausias balas 5 keičiamas rangu 1, antrajam pagal svarbą kokybės rodikliui suteikiamas rangas 2, paskutiniajam – rangas  $n$ , kai  $n$  – kriterijų (kokybės rodiklio) skaičius. Balai  $B_{ij}$  rangais  $R_{ij}$  keičiami pagal šią formulę:

$$R_{ij} = (n + 1) - B_{ij} \quad (1)$$

čia  $B_{ij}$  –  $j$ -ojo eksperto ( $j = 1, 2, \dots, m$ )  $i$ -jam kriterijui suteiktas balas ( $i = 1, 2, \dots, n$ );  $m$  – ekspertų skaičius;  $n$  – kriterijų (kokybės rodiklio) skaičius.

Kendall'o konkordancijos koeficientas susietas su kriterijaus (kokybės rodiklio) rangų suma  $R_i$ , kuris skaičiuojamas pagal formulę:

$$R_i = \sum_{j=1}^m R_{ij} \quad (2)$$

čia  $R_{ij}$  –  $j$ -ojo eksperto ( $j = 1, 2, \dots, m$ )  $i$ -jam ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) kokybės rodikliui nurodytas rangas;  $m$  – ekspertų skaičius;

Kiekvienam kriterijui suteiktų rangų suma dalinama iš ekspertų skaičiaus, kad būtų suskaičiuotas vidutinis kiekvieno kriterijaus rangas  $\overline{R}_i$ .

$$\overline{R}_i = \frac{\sum_{j=1}^m R_{ij}}{m} \quad (3)$$

čia  $R_{ij}$  –  $j$ -ojo eksperto ( $j = 1, 2, \dots, m$ )  $i$ -jam ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) kokybės rodikliui nurodytas rangas;  $m$  – ekspertų skaičius.

Kiekvienam analizuojamam elementui apskaičiuojamas  $R_{ij}$  ir pastovaus dydžio skirtumas, kuris skaičiuojamas pagal formulę:

$$\sum_{j=1}^m R_{ij} - \frac{m(n+1)}{2} \quad (4)$$

čia  $R_{ij}$  –  $j$ -ojo eksperto ( $j = 1, 2, \dots, m$ )  $i$ -jam ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) kokybės rodikliui nurodytas rangas;  $m$  – ekspertų skaičius;  $n$  – kriterijų skaičius. Toliau skaičiuojama pastovaus dydžio skirtumo kvadratų suma  $S$  pagal formulę:

$$S = \sum_{i=1}^n \left[ \sum_{j=1}^m R_{ij} - \frac{1}{2} m(n + 1) \right]^2 \quad (5)$$



Idealiu suderintu atveju kvadratų suma  $S_{max}$  išreiškiama formule:

$$S_{max} = \frac{m^2 n(n^2-1)}{12} \quad (6)$$

čia  $m$  – ekspertų skaičius;  $n$  – kriterijų skaičius

Toliau skaičiuojamas konkordancijos koeficientas  $W$  pagal formulę:

$$W = \frac{12S}{m^2 n(n^2-1) - m \sum_{j=1}^m T_j} \quad (7)$$

čia  $S$  – vidutinio rango kvadratų suma;  $m$  – ekspertų skaičius;  $n$  – kriterijų skaičius;  $T_j$  –  $j$ -ojo eksperto ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) susietų rangų rodiklis.

Rodiklis  $T_j$  apskaičiuojamas pagal formulę:

$$T_j = \sum_k^{H_j} (t_k^3 - t_k) \quad (8)$$

čia  $H_j$  – susietų (lygių) rangų, suteiktų  $j$ -ojo eksperto, skaičius;  $t_k$  – susietų (lygių) rangų  $k$ -tasis skaičius. Jei susietų (lygių) rangų nėra, tai  $H_j = 0$ ,  $t_k = 0$ , tada  $T_j = 0$ .

Kai kriterijų (kokybės rodiklių) skaičius  $n < 7$ , o kritinė  $\chi_{kr}^2$  didesnė, suskaičiuojama mažiausia konkordancijos koeficiento reikšmė  $W_{min}$ , pagal kurią teigiama, kad ekspertų vertinimai yra suderinti.

$$W_{min} = \frac{\chi_{v,a}^2}{m(n-1)} \quad (9)$$

čia  $\chi_{v,a}^2$  – kritinė Pirsono statistika;  $m$  – ekspertų skaičius;  $n$  – kriterijų skaičius.

Jei vertinamų kriterijų (kokybės rodiklių) skaičius būtų  $m > 7$ , reikalinga įvertinti koeficiento  $W$  reikšmingumą. Konkordancijos koeficiento reikšmingumas nustatomas pagal  $\chi^2$  Pirsono kriterijų:

$$\chi^2 = W m (n - 1) = \frac{12 S}{m n (n+1) - \frac{1}{(n-1)} \sum T_j} \quad (10)$$

10 lentelė.  $\chi^2$  skirstinio lentelė

Laisvės laipsnis $v$	Reikšmingumas $\alpha = 0,05$
1	3,841
2	5,991
3	7,814
4	9,487
5	11,071
6	12,591
7	14,067
8	15,507
9	16,919
10	18,307
11	19,675
12	21,026

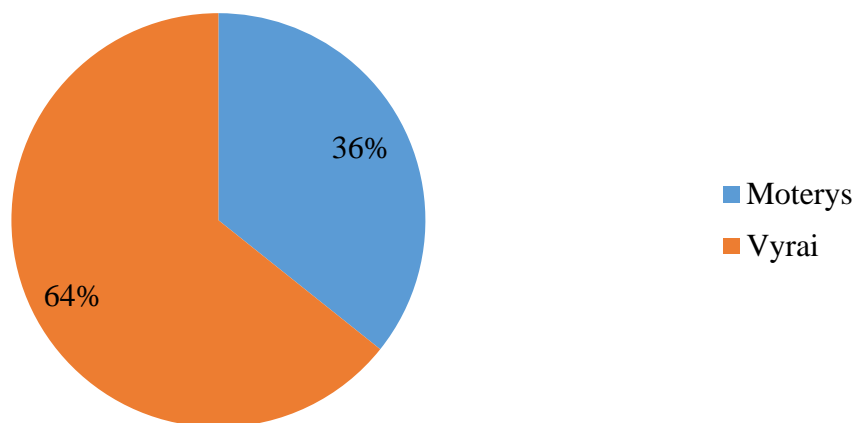
Pagal reikšmingumą 0,05 ir atitinkamą laisvės laipsnį  $\chi^2$  skirstinio lentelėje randama kritinė  $\chi^2_{kr}$  reikšmė (žr. 10 lent.). Jeigu suskaičiuota reikšmė didesnė už  $\chi^2_{kr}$  reikšmę, galima teigti, kad ekspertų vertinimai yra suderinti.

Ekspertinio vertinimo rezultatai analizuojami *IBM SPSS Statistics* programa.

#### 4. Dirbtinio intelekto poveikio žemės ūkio maisto pramonės plėtrai tyrimų rezultatai ir diskusija

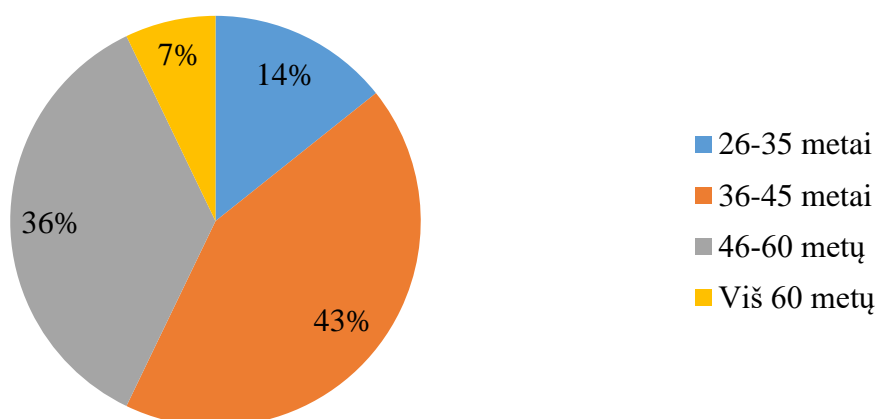
##### 4.1. Dirbtinio intelekto poveikio žemės ūkio maisto pramonės plėtrai ekspertinis vertinimas

Ekspertiniame vertinime dalyvavo 14 respondentų. Iš 21 pav. matyti, kad moterys sudarė 36 proc., vyrai – 64 proc. Vyrų dalyvavo daugiau nei moterų.



21 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal lytį, proc. (sudarė autorė)

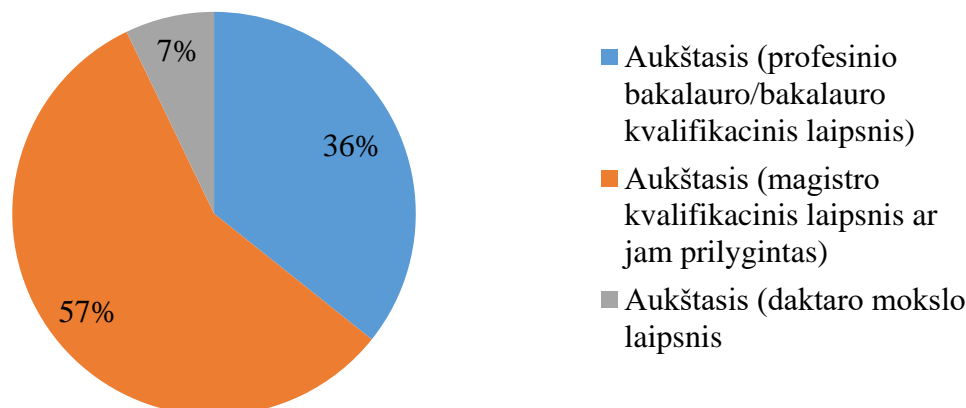
Respondentai 26-35 metų amžiaus grupėje sudarė 14 proc., 36-45 metų amžiaus grupėje respondentų buvo 43 proc., 46-60 metų amžiaus grupėje – 36 proc., o respondentai, kurie buvo virš 60 metų sudarė 7 proc. (žr. 22 pav.). Daugiausia respondentų pagal amžių buvo iš 36-45 metų amžiaus grupės.



22 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal amžiaus grupes, proc. (sudarė autorė)

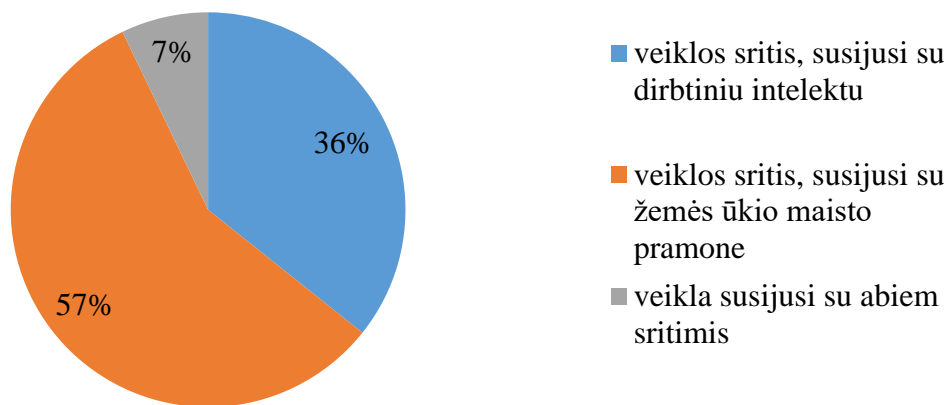
Visi respondentai dalyvavę ekspertiniame vertinime buvo įgiję aukštąjį išsilavinimą. Profesinį bakalaurą / bakalauro kvalifikacinį laipsnį buvo įgiję 36 proc. respondentų, magistro laipsnį ar jam prilygintą buvo įgiję 57 proc. respondentų, daktaro mokslo laipsnį buvo įgijęs 1 respondentas ir tai

sudarė 7 proc. respondentų (žr. 23 pav.) Daugiausia respondentų buvo įgiję magistro ar jam prilygintą kvalifikacinį laipsnį.



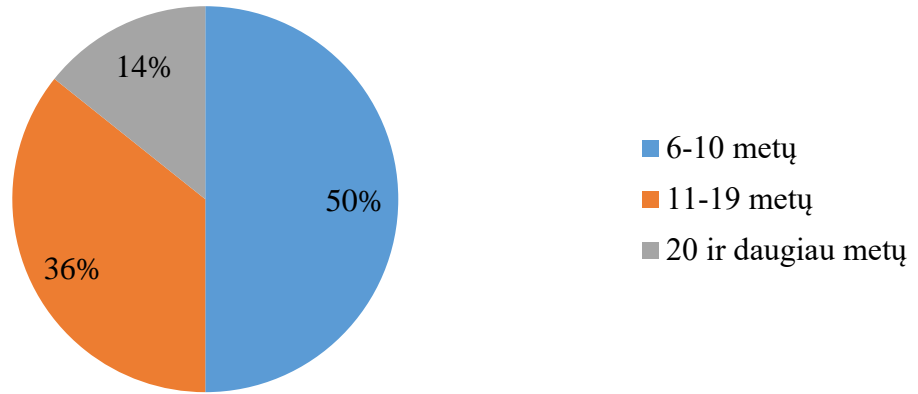
**23 pav.** Respondentų pasiskirstymas pagal išsilavinimą, proc. (sudarė autorė)

Apklausoje 36 proc. respondentų nurodė, kad jų veiklos sritis susijusi su dirbtiniu intelektu (kūrimu, pardavimu ir pan.), 57 proc. respondentų veiklos sritis susijusi su žemės ūkio maisto pramone, 1 respondentas arba 7 proc. respondentų nurodė, kad jo veiklos sritis susijusi ir su dirbtiniu intelektu, ir su žemės ūkio maisto pramone (žr. 24 pav.)



**24 pav.** Respondentų pasiskirstymas pagal veiklos sritis, proc. (sudarė autorė)

Analizuojant respondentų patirtį jų nurodytoje veiklos srityje, matyti, kad 50 % respondentų turėjo 11-19 metų patirtį, 36 % respondentų turėjo 11-19 metų patirtį, o 20 ir daugiau metų patirtį turėjo 14 % respondentų (žr. 25 pav.). Visi respondentai turėjo didesnę nei 3 metų patirtį savo veiklos srityje.



**25 pav.** Respondentų pasiskirstymas pagal patirtį veiklos srityje, proc. (sudarė autorė)

Visi respondentai gali būti laikomi ekspertais, nes visi turi ne mažesnę kaip trejų metų patirtį savo veiklos srityse (dirbtinio intelekto kūrimas, pardavimas ir pan. bei žemės ūkio maisto pramonė) ir yra įgiję aukštąjį išsilavinimą. Daugiausia ekspertų sudaro vyrai (64 %). Pagal amžių daugiausia ekspertų iš 36-45 metų amžiaus grupės (43 %). Daugiausia ekspertų buvo įgiję magistro ar jam prilygintą kvalifikacinį laipsnį (57 %). Iš žemės ūkio maisto pramonės srities ekspertų buvo 50 %. Daugiausia ekspertų (50 %) nurodė turintys 6-10 metų patirtį savo veiklos srityje.

(1) Atlikus skaičiavimus (žr. 26 pav.) galima teigti, kad ekspertų vertinimai dėl veiksmų, lemiančių Lietuvos žemės ūkio pramonės efektyvinimo problemas, yra suderinti. Kendall'o konkordancijos koeficientas  $W$  lygus 0,358. Hipotezė  $H_0$  (ekspertų vertinimai prieštaringi) yra atmetama.

Test Statistics	
N	14
Kendall's W <sup>a</sup>	,358
Chi-Square	40,141
df	8
Asymp. Sig.	<.001

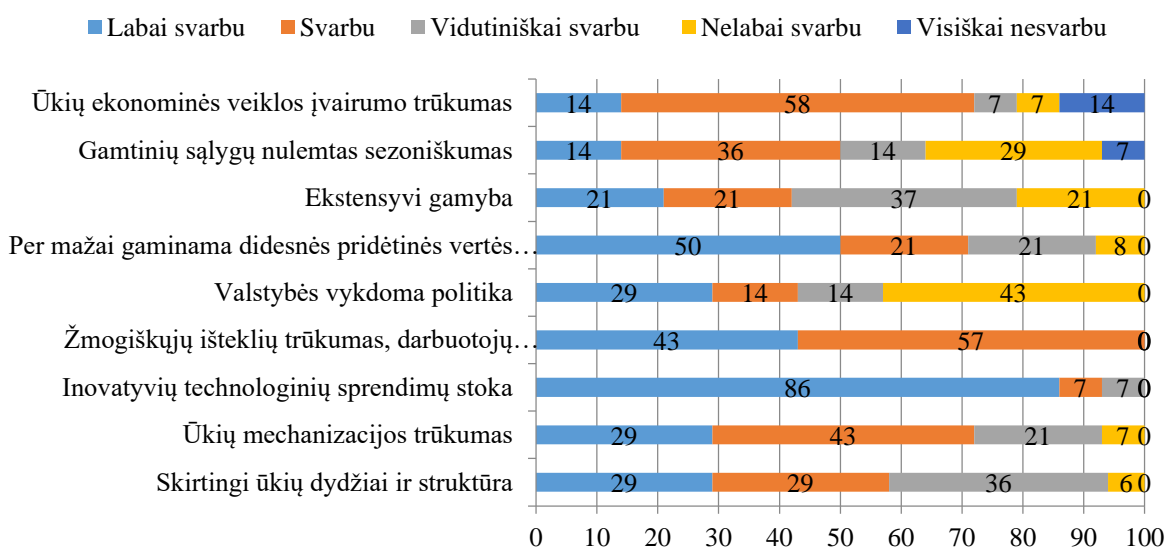
a. Kendall's Coefficient of Concordance

**26 pav.** Kendall'o konkordancijos koeficiento skaičiavimo išvestis (sudarė autorė)

Pagal Kendall'o konkordancijos koeficiento skaičiavimo išvestį  $W=0,358$ ,  $\chi^2 = 40,141$ , o t. y. didesnė už kritinę  $\chi_{kr}^2 = 14,067$  reikšmę, kai laisvės laipsnis  $\nu = 8-1 = 7$ , reikšmingumas  $\alpha = 0,05$ . Duomenys gali būti naudojami tolimesniuose skaičiavimuose, nes ekspertų vertinimai yra suderinti.

Vertinant veiksmus, lemiančius Lietuvos žemės ūkio maisto pramonės efektyvinimo problemas (žr. 27 pav.), 86 proc. ekspertų labai svarbiu ir 7 proc. svarbiu veiksmu nurodė inovatyvių technologinių sprendimų stoka. Žmogiškųjų išteklių trūkumą labai svarbiu veiksmu nurodė 43 proc., svarbiu veiksmu įvardijo 57 proc. ekspertų. Nė vienas ekspertas šio veiksmo nelaikė nelabai svarbiu ar visiškai nesvarbiu. Valstybės vykdoma politika, ūkių mechanizacijos trūkumas, skirtingi ūkių dydžiai ir struktūra kaip labai svarbūs veiksniai įvertinti 29 proc. ekspertų, tačiau ūkių

mechanizacijos trūkumas taip pat vertintas kaip svarbus veiksnys 43 proc. ekspertų. Pusė ekspertų labai svarbiu veiksniu, lemiančiu efektyvinimo problemas žemės ūkio maisto pramonėje, nurodė per mažą didesnės pridėtinės vertės produktų gamybą. Gamtinių sąlygų sezoniskumo, ekstensyvios gamybos, valstybės vykdoma politikos. 14 proc. ekspertų gamtinių sąlygų nulemtą sezoniskumą laikė labai svarbiu veiksniu, 29 proc. ir 7 proc. atitinkamai nelabai svarbiu ir visiškai nesvarbiu veiksniu. Ekstensyvi gamyba įvertinta po 21 proc. kaip labai svarbi ir svarbi, o 21 proc. ekspertų nurodė kaip visiškai nesvarbų veiksni, lemiantį efektyvinimo problemas. Valstybės vykdoma politika 29 proc. ir 14 proc. įvertinta kaip labai svarbus ir svarbus veiksnys, o 43 proc. įvertindami šį veiksni nurodė, kad nelabai svarbu. Ūkių ekonominės veiklos įvairumo trūkumas 14 proc. ekspertų yra svarbus veiksnys, tačiau 14 proc. ekspertų nurodė, kad šis veiksnys yra visiškai nesvarbus.



**27 pav.** Ekspertų nuomonė apie veiksnius, lemiančius Lietuvos žemės ūkio maisto pramonės efektyvinimo problemas (sudarė autorė)

Analizuojant ekspertų vertinimus, pastebima, kad svarbiausi veiksniai, lemiantys Lietuvos žemės ūkio maisto pramonės efektyvinimo problemas, yra inovatyvių technologinių sprendimų stoka (vidutinis rangas 2,50) ir žmogiškųjų išteklių trūkumas, darbuotojų senėjimas (vidutinis rangas 3,46). Ekstensyvi gamyba (vidutinis rangas 7,57) vertinta kaip mažiausiai efektyvinimo problemas lemiantis veiksnys (žr. 10 lentelė).

**11 lentelė.** Veiksniai, lemiantys Lietuvos žemės ūkio maisto pramonės efektyvinimo problemas, rangais (sudarė autorė)

	Kriterijaus (rodiklio) žymuo								
	Skirtingi ūkių dydžiai ir struktūra	Ūkių mechanizacijos trūkumas	Inovatyvių sprendimų stoka	Žmogiškųjų išteklių trūkumas, darbuotojų	Valstybės vykdoma politika	Per mažai gaminama pridėtinės vertės produktų	Ekstensyvi gamyba	Gamtinių sąlygų nulemtas sezoniskumas	Ūkių ekonominės veiklos įvairumo trūkumas
Vidutinis rangas	5,29	4,50	2,50	3,46	5,82	4,04	7,57	6,07	5,75

$\bar{R}_i = \sum_{j=1}^m \frac{R_{ij}}{m}$									
Hierarchija	5	4	1	2	7	3	9	8	6

Apibendrinant, ekspertų žemesnis nei vidutinis sutarimo laipsnis rodo, kad Lietuvos žemės ūkio maisto pramonės efektyvinimo problemas lemia skirtingi veiksniai. Pagal vidutinių rangų hierarchiją svarbiausi veiksniai, lemiantys efektyvinimo problemas yra inovatyvių sprendimų stoka bei žmogiškųjų išteklių trūkumas ir darbuotojų senėjimas.

(2) Atlikus skaičiavimus (žr. 28 pav.) galima teigti, kad ekspertų nuomonės vertinant paskatas, dėl kurių investuojama į dirbtinį intelektą žemės ūkio maisto pramonėje, yra suderintos. Kendall'o konkordancijos koeficientas  $W$  lygus 0,502. Hipotezė  $H_0$  (ekspertų vertinimai prieštaringi) yra atmetama.

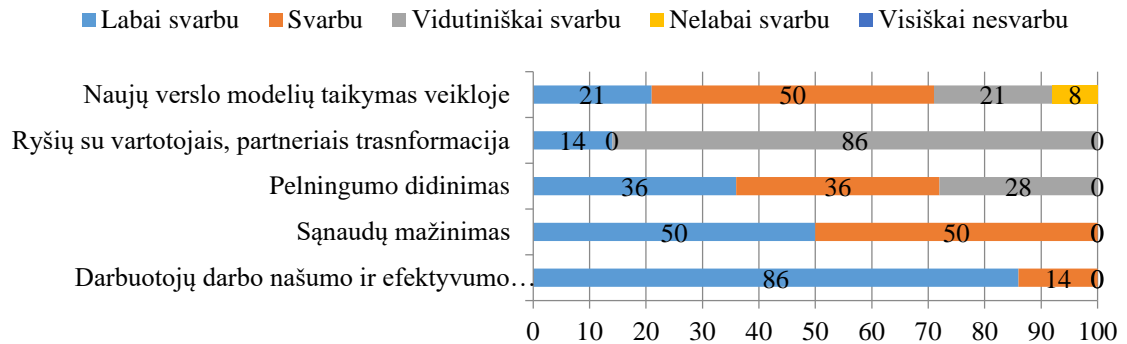
Test Statistics	
N	13
Kendall's W <sup>a</sup>	,502
Chi-Square	26,084
df	4
Asymp. Sig.	<,001

a. Kendall's Coefficient of  
Concordance

### 28 pav. Kendall'o konkordancijos koeficiento skaičiavimo išvestis (sudarė autorė)

Pagal Kendall'o konkordancijos koeficiento skaičiavimo išvestį  $W=0,502$ ,  $\chi^2 = 26,084$ , o t. y. didesnė už kritinę  $\chi_{kr}^2 = 7,814$  reikšmę, kai laisvės laipsnis  $\nu = 4-1 = 3$ , reikšmingumas  $\alpha = 0,05$ . Duomenys gali būti naudojami tolimesniuose skaičiavimuose, nes ekspertų vertinimai yra suderinti.

Vertinant paskatas, dėl kurių investuojama į dirbtinį intelektą žemės ūkio maisto pramonėje (žr. 29 pav.), 86 proc. ekspertų nurodė labai svarbia paskata darbuotojų darbo našumo ir efektyvumo didinimą, 14 proc. šią paskatą įvardijo svarbia. Sąnaudų mažinimas vertintas kaip labai svarbi (50 proc.) arba svarbi (50 proc.) paskata investuoti į dirbtinį intelektą. Pelningumo didinimą 36 proc. ekspertų įvertino kaip labai svarbią, 36 proc. ekspertų įvertino kaip svarbią ir 28 proc. ekspertų kaip vidutiniškai svarbią paskatą. Vertinant paskatą „ryšių su vartotojais, partneriais transformacija“ 86 proc. nurodė, kad tai yra vidutiniškai svarbi paskata. Naujų verslo modelių taikymas veikloje įvertintas 21 proc. ekspertų kaip labai svarbi paskata, tačiau 8 proc. ekspertų nurodė, kad tai nelabai svarbi paskata.



**29 pav.** Ekspertų nuomonė apie paskatas, dėl kurių investuojama į dirbtinį intelektą žemės ūkio maisto pramonėje (sudarė autorė)

Analizuojant ekspertų vertinimus, pastebima, kad svarbiausia paskata, dėl kurios investuojama į dirbtinį intelektą žemės ūkio maisto pramonėje, yra darbuotojų darbo našumo ir efektyvumo didinimas (vidutinis rangas 1,65). Mažiausiai apsisprendimą investuoti į dirbtinį intelektą lemia ryšių su vartotojais, partneriais transformacija (vidutinis rangas 4,27) (žr. 11 lent.).

**12 lentelė.** Paskatos, dėl kurių investuojama į dirbtinį intelektą žemės ūkio maisto pramonėje, rangais (sudarė autorė)

-	Kriterijaus (rodiklio) žymuo				
	Darbuotojų darbo našumo ir efektyvumo didinimas	Sąnaudų mažinimas	Pelningumo didinimas	Ryšių su vartotojais, partneriais	Naujų verslo modelių taikymas
Vidutinis rangas $\bar{R}_i = \sum_{j=1}^m \frac{R_{ij}}{m}$	1,65	2,38	3,12	4,27	3,58
Hierarchija	1	2	3	5	4

Apibendrinant, ekspertai beveik vieningai sutaria, kad dirbtiniu intelektu ūkiuose tikimasi didinti darbuotojų našumą ir efektyvumą. Sąnaudų mažinimo aukštas vidutinis rangas rodo, kad tai taip pat svarbi paskata, kad ūkiuose būtų įdiegiamos dirbtinio intelekto sistemos.

(3) Atlikus skaičiavimus (žr. 30 pav.) galima teigti, kad ekspertų nuomonės vertinant veiksnius, lemiančius dirbtinio intelekto taikymą ir integraciją žemės ūkio maisto pramonėje, yra suderintos. Kendall'o konkordancijos koeficientas  $W$  lygus 0,428. Hipotezė  $H_0$  (ekspertų vertinimai prieštaringi) yra atmetama.



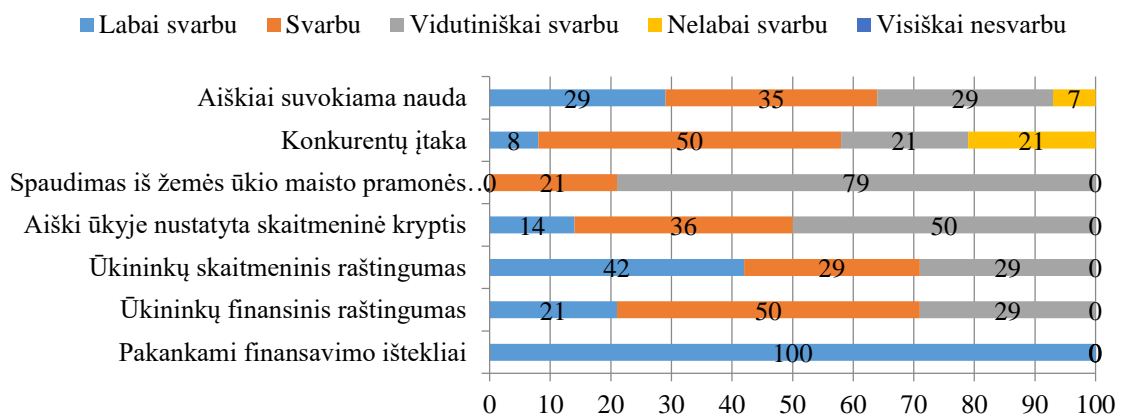
Test Statistics	
N	14
Kendall's W <sup>a</sup>	,428
Chi-Square	35,991
df	6
Asymp. Sig.	<,001

a. Kendall's Coefficient of Concordance

**30 pav.** Kendall'o konkordancijos koeficiento skaičiavimo išvestis (sudarė autorė)

Pagal Kendall'o konkordancijos koeficiento skaičiavimo išvestį  $W=0,428$ ,  $\chi^2 = 35,991$ , o t. y. didesnė už kritinę  $\chi_{kr}^2 = 11,071$  reikšmę, kai laisvės laipsnis  $v = 6-1 = 5$ , reikšmingumas  $\alpha = 0,05$ . Duomenys gali būti naudojami tolimesniuose skaičiavimuose, nes ekspertų vertinimai yra suderinti.

Ekspertų nuomonė, vertinant pakankamus finansinius išteklius kaip veiksnį, lemiantį dirbtinio intelekto taikymą ir integraciją žemės ūkio maisto pramonėje (žr. 31 pav.), visiškai sutapo – 100 proc. ekspertų nurodė, kad tai yra labai svarbus veiksnys. Ūkininkų finansinis ir skaitmeninis raštingumas 71 proc. ekspertų įvertintas kaip labai svarbus arba svarbus veiksnys, tačiau ūkininkų skaitmeninį raštingumą (42 proc.) lyginant su ūkininkų finansiniu raštingumu (21 proc.) daugiau ekspertų įvertino kaip labai svarbų veiksnį. Aiški ūkyje nustatyta skaitmeninė kryptis (50 proc.) ir spaudimas iš žemės ūkio maisto pramonės sektoriaus (79 proc.) daugiausia ekspertų įvertintas kaip vidutiniškai svarbus veiksnys, tačiau 14 proc. ekspertų nurodė, kad aiški ūkyje nustatyta skaitmeninė kryptis yra labai svarbus veiksnys, lemiantis dirbtinio intelekto taikymą ir integraciją žemės ūkio maisto pramonėje. Konkurentų įtaką 8 proc. ekspertų įvertino kaip labai svarbų veiksnį, 21 proc. ekspertų vertindami šį veiksnį nurodė, kad tai yra nelabai svarbu. Aiškiai suvokiamos naudos vertinimas tarp ekspertų pasiskirstė netolygiai – labai svarbu 29 proc., svarbu 35 proc., vidutiniškai svarbu 29 proc., nelabai svarbu 7 proc. Nei vienas ekspertas, atlikdamas ekspertinį vertinimą, nei vieno veiksnio, lemiančio dirbtinio intelekto taikymą ir integraciją žemės ūkio maisto pramonėje, nurodė kaip visiškai nesvarbu.



**31 pav.** Ekspertų nuomonė apie veiksnius, lemiančius dirbtinio intelekto taikymą ir integraciją žemės ūkio maisto pramonėje (sudarė autorė)

Analizuojant ekspertų vertinimus, pastebima, kad svarbiausias veiksnys, lemiantis dirbtinio intelekto taikymą ir integraciją žemės ūkio maisto pramonėje yra pakankami finansavimo ištekliai (vidutinis rangas 1,57), hierarchiškai labiau nutolę, tačiau svarbūs veiksniai – ūkininkų skaitmeninis raštingumas (vidutinis rangas 3,25) ir ūkininkų finansinis raštingumas (vidutinis rangas 3,75). Spaudimas iš žemės ūkio maisto pramonės sektoriaus mažiausiai lemia dirbtinio intelekto taikymą ir integraciją (vidutinis rangas (5,50) (žr. 12 lent.).

**13 lentelė.** Veiksniai, lemiantys dirbtinio intelekto taikymą ir integraciją žemės ūkio maisto pramonėje, rangais (sudarė autorė)

	Kriterijaus (rodiklio) žymuo						
	Pakankami finansavimo ištekliai	Ūkininkų finansinis raštingumas	Ūkininkų skaitmeninis raštingumas	Aiški ūkyje nustatyta skaitmeninė kryptis	Spaudimas iš žemės ūkio maisto pramonės	Konkurentų įtaka	Aiškliai suvokiama nauda
Vidutinis rangas $\bar{R}_i = \sum_{j=1}^m \frac{R_{ij}}{m}$	1,57	3,75	3,25	4,64	5,50	4,79	4,50
Hierarchija	1	3	2	5	7	6	4

Apibendrinant, visi ekspertai vieningai sutaria, kad pakankami finansavimo ištekliai yra pagrindinis veiksnys, lemiantis dirbtinio intelekto taikymą ir integraciją žemės ūkio maisto pramonėje. Svarbūs veiksniai yra ūkininkų finansinis ir skaitmeninis raštingumas. Pakankami finansiniai ištekliai ir ūkininkų finansinis raštingumas yra susiję veiksniai. Ugdant ūkininkų žinias ir supratimą apie finansus, finansines rizikas, būtų didinamas veiksmingas sprendimų priėmimas, gerinama ūkininkų finansinė gerovė, finansiniai ištekliai paskirstomi veiksmingai.

(4) Atlikus skaičiavimus (žr. 32 pav.) galima teigti, kad ekspertų nuomonė vertinant barjerus, trukdančius taikyti dirbtinio intelekto sistemas ūkiuose, yra suderintos. Kendall'o konkordancijos koeficientas  $W$  lygus 0,304. Hipotezė  $H_0$  (ekspertų vertinimai prieštaringi) yra atmetama.

N	14
Kendall's W <sup>a</sup>	,304
Chi-Square	55,374
df	13
Asymp. Sig.	<,001

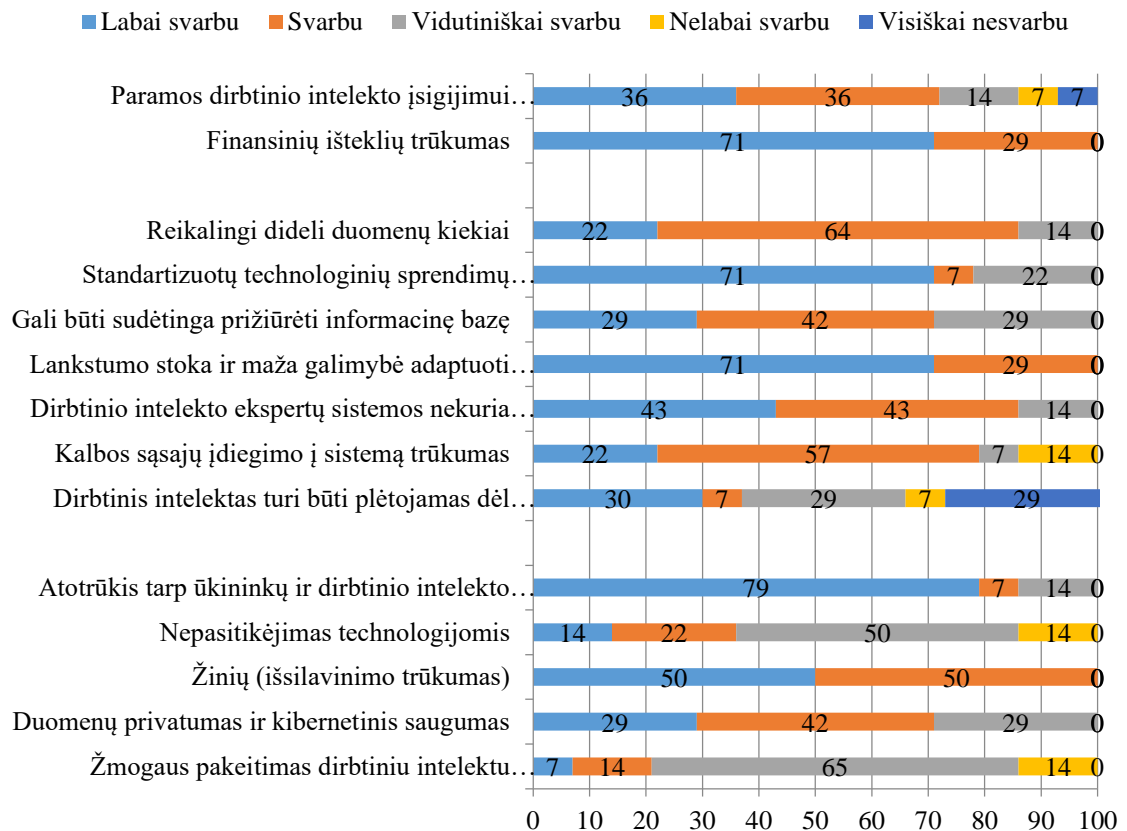
a. Kendall's Coefficient of Concordance

**32 pav.** Kendall'o konkordancijos koeficiento skaičiavimo išvestis (sudarė autorė)

Pagal Kendall'o konkordancijos koeficiento skaičiavimo išvestį  $W=0,304$ ,  $x^2 = 55,374$ , o t. y. didesnė už kritinę  $x_{kr}^2 = 21,026$  reikšmę, kai laisvės laipsnis  $v = 13-1 = 12$ , reikšmingumas  $\alpha = 0,05$ . Duomenys gali būti naudojami tolimesniuose skaičiavimuose, nes ekspertų vertinimai yra suderinti.

**Vertindami socialinius barjerus** (žr. 33 pav.), 79 proc. ekspertų nurodė, kad didžiausias barjeras, trukdantis taikyti dirbtinio intelekto sistemas ūkiuose, yra finansinių išteklių trūkumas. Žinių (išsilavinimo) trūkumas ekspertų įvertintas kaip labai svarbus (50 proc.) ar svarbus barjeras (50 proc.). Duomenų privatumas ir saugumas ekspertinio vertinimo metu 72 proc. ekspertų nurodytas kaip labai svarbus (29 proc.) ar svarbus (42 proc.) barjeras. Grėsmė, kad žmogaus darbas bus pakeistas dirbtiniu intelektu, ekspertų įvertintas kaip vidutiniškai svarbus barjeras (65 proc.), labai svarbiu nurodė 7 proc. ekspertų, nelabai svarbiu barjeru nurodė 14 proc. ekspertų. Nepasitikėjimas technologijomis įvertintas tarp ekspertų netolygiai – labai svarbiu barjeru įvardijo 14 proc. ekspertų, svarbiu – 22 proc. ekspertų, vidutiniškai svarbiu – 50 proc. ekspertų, nelabai svarbiu – 14 proc.

**Vertindami technologinius barjerus** (žr. 33 pav.), 71 proc. ekspertų nurodė, kad didžiausi barjerai, trukdantys taikyti dirbtinio intelekto sistemas ūkiuose, yra standartizuotų technologinių sprendimų nebuvimas ir lankstumo stoka ir maža galimybė adaptuoti pasikeitus aplinkai. Svarbiu barjeru 64 proc. ekspertų įvertino didelių duomenų kiekių reikalingumą, 22 proc. ekspertų nurodė, kad tai labai svarbus barjeras. 86 proc. ekspertų labai svarbiu (43 proc.) ar svarbiu barjeru (43 proc.) įvardijo dirbtinio intelekto sistemų negebėjimo kurti kūrybinius atsakus. Kalbos sąsajų įdiegimas (57 proc.) ir sudėtinga informacinės bazės priežiūra (42 proc.) ekspertų laikė svarbiais barjeriais, trukdančiais taikyti dirbtinio intelekto sistemas ūkiuose. Vizualizacijos plėtros barjeras tarp ekspertų vertintas netolygiai – 30 proc. ekspertų įvertino labai svarbus, 7 proc. – svarbus, 29 proc. – vidutiniškai svarbus, 7 proc. – nelabai svarbus, 29 proc. ekspertų įvertino kaip visiškai nesvarbus barjeras. **Vertindami ekonominius barjerus** (žr. 33 pav.), 71 proc. ekspertų didžiausiu barjeru, trukdančiu taikyti dirbtinio intelekto sistemas ūkiuose, nurodė finansinių išteklių trūkumą, 29 proc. ekspertų šį barjerą įvertino kaip svarbų, trukdant taikyti dirbtinio intelekto sistemas ūkiuose. Paramos dirbtinio intelektui įsigijimui infrastruktūros nebuvimo vertinimas tarp ekspertų pasiskirstė netolygiai – nors 72 proc. ekspertų šį barjerą laikė labai svarbiu ar svarbiu, tačiau vidutiniškai svarbiu įvertino 14 proc. ekspertų, o 14 proc. ekspertų tai vertino kaip nelabai svarbų (7 proc.) ar visiškai nesvarbų (7 proc.) barjerą.



**33 pav.** Ekspertų nuomonė apie barjerus, trukdančius taikyti dirbtinio intelekto sistemas ūkiuose (sudarė autorė)

Analizuojant ekspertų vertinimus (žr. 13 lent.), pastebima, kad didžiausi socialiniai barjerai yra atotrūkis tarp ūkininkų ir dirbtinio intelekto kūrėjų (vidutinis rangas 4,79) ir žinių (išsilavinimo) trūkumas (vidutinis rangas 5,43), didžiausias technologinis barjeras – standartizuotų technologinių sprendimų nebuvimas (vidutinis rangas 5,25), didžiausias ekonominis barjeras – finansinių išteklių trūkumas (vidutinis rangas 4,18). Vertinant visus barjerus, trukdančius taikyti dirbtinio intelekto sistemas ūkiuose, bendrai, jų neskirstant į kategorijas, didžiausiu barjeru ekspertai įvardija finansinių išteklių trūkumą.

14 lentelė. Barjerai, trukdantys taikyti dirbtinio intelekto sistemas ūkiuose, rangais (sudarė autorė)

	Kriterijaus (rodiklio) žymuo													
	Socialiniai barjerai					Technologiniai barjerai							Ekonominiai barjerai	
	Žmogaus pakeitimas dirbtiniu intelektu laikomas grėsme	Duomenų privatumas ir kibernetinis saugumas	Žinių (išsilavinimo trūkumas)	Nepasitikėjimas technologijomis	Atotrūkis tarp ūkininkų ir dirbtinio intelekto kūrėjų	Dirbtinis intelektas turi būti plėtojamas dėl vizualizacijos plėtos	Kalbos sąsajų įdiegimo į sistemą trūkumas	Dirbtinis intelektas nepajėgus sukurti kūrybiniu atsakus	Lankstumo stoka ir maža galimybė adaptuoti pasikeitus aplinkai	Sudėtinga prižiūrėti informacinę bazę	Standartizuotų technologinių sprendimų nebuvimas	Reikalingi dideli duomenų kiekiai	Finansinių išteklių trūkumas	Paramos dirbtinio intelekto infrastruktūros nebuvimas
Vidutinis rangas $R_i = \sum_{j=1}^m \frac{R_{ij}}{m}$	10,64	7,57	5,43	9,93	4,79	10,00	7,75	5,79	8,89	7,11	5,25	9,93	4,18	7,75
Hierarchija	14	7	4	11-12	2	13	8-9	5	10	6	3	11-12	1	8-9

Apibendrinant, pagrindiniai pagal hierarchiją yra trys barjerai, trukdantys taikyti dirbtinio intelekto sistemas ūkiuose: finansinių išteklių trūkumas (ekonominis barjeras), atotrūkis tarp ūkininkų ir dirbtinio intelekto kūrėjų (socialinis barjeras) ir standartizuotų technologinių sprendimų stoka. (technologinis barjeras). Šie dirbtinio intelekto barjerai gali būti šalinami arba mažinami ugdant ūkininkų finansinį ir skaitmeninį raštingumą. Ūkininkų žemas verslumo lygis ir konservatyvus požiūris į ūkininkavimą kaip į verslą lemia, kad ieškoma jau pasiteisinusių dirbtinio intelekto sprendimų ūkiui, todėl gerosios praktikos sklaida tarp ūkininkų, bei dirbtinio intelekto technologijos spartesnis vystymas, standartizuojant sprendimus, padėtų įveikti technologinį barjerą.

(5) Atlikus skaičiavimus (žr. 34 pav.) galima teigti, kad ekspertų vertinimai, įvertinant faktorius, lemiančius dirbtinio intelekto integraciją į maisto tiekimo grandinę, yra suderinti. Kendall'o konkordancijos koeficientas  $W$  lygus 0,348. Hipotezė  $H_0$  (ekspertų vertinimai priešaringi) yra atmetama.

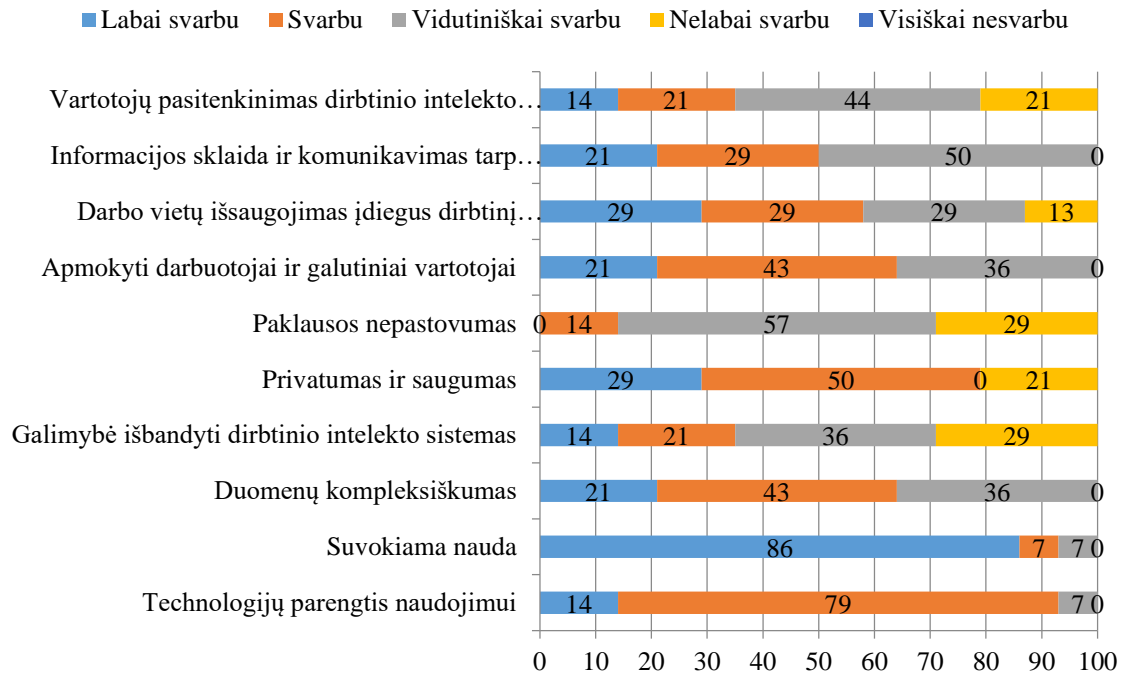
N	14
Kendall's W <sup>a</sup>	,348
Chi-Square	43,864
df	9
Asymp. Sig.	<,001

a. Kendall's Coefficient of Concordance

34 pav. Kendall'o konkordancijos koeficiento skaičiavimo išvestis (sudarė autorė)

Pagal Kendall'o konkordancijos koeficiento skaičiavimo išvestį  $W=0,348$ ,  $x^2 = 43,864$ , o t. y. didesnė už kritinę  $x_{kr}^2 = 15,507$  reikšmę, kai laisvės laipsnis  $v = 9-1 = 8$ , reikšmingumas  $\alpha = 0,05$ . Duomenys gali būti naudojami tolimesniuose skaičiavimuose, nes ekspertų vertinimai yra suderinti.

Vertinant faktorius, lemiančius dirbtinio intelekto integraciją į maisto tiekimo grandinę, (žr. 35 pav.) ekspertų svarbiausiu įvertintas faktorius – suvokiama nauda (86 proc.). Technologijų parengtis naudojimui 79 proc. ekspertų įvertintas kaip svarbus faktorius. Privatumą ir saugumą 79 proc. ekspertų kaip labai svarbų (29 proc. ekspertų) ar svarbų (50 proc.) faktorių. Darbo vietų išsaugojimo vertinimas tarp ekspertų pasiskirstė taip: labai svarbus faktorius 29 proc., svarbus faktorius 29 proc., vidutiniškai svarbus faktorius 29 proc., o 13 proc. ekspertų nurodė, kad tai nelabai svarbus faktorius dirbtinio intelekto integracijai į maisto tiekimo grandinę. Galimybę išbandyti dirbtinio intelekto sistemas ir paklausos nepastovumą nelabai svarbiu faktoriumi įvertino po 29 proc. ekspertų, tačiau galimybę išbandyti technologiją 14 proc. ekspertų nurodė kaip labai svarbų faktorių, o paklausos nepastovumą nei vienas ekspertas neįvertino labai svarbiu faktoriumi, lemiančiu dirbtinio intelekto integraciją į maisto tiekimo grandinę. Labai svarbiu (21 proc.) ar svarbiu (29 proc.) faktoriumi ekspertai nurodė informacijos sklaidą ir komunikavimą tarp maisto tiekimo grandinės partnerių. Likusi dalis ekspertų šį faktorių nurodė vidutiniškai svarbiu. Duomenų kompleksiskumas bei apmokyti darbuotojai ir galutiniai vartotojai ekspertų įvertinti vienodai – 21 proc. ekspertų vertinti kaip labai svarbūs, 43 proc. ekspertų vertinti kaip svarbūs ir 36 proc. ekspertų vertinti kaip vidutiniškai svarbūs faktoriai, integruojant dirbtinį intelektą į maisto tiekimo grandinę. Vertinant vartotojų pasitenkinimą dirbtinio intelekto sistemomis kaip faktorių, ekspertų vertinimai pasiskirstė netolygiai – 14 proc. vertino kaip labai svarbų, 21 proc. – kaip svarbų, 44 proc. – kaip vidutiniškai svarbų, 21 proc. kaip nelabai svarbų faktorių, lemianti dirbtinio intelekto integraciją į maisto tiekimo grandinę.



**35 pav.** Ekspertų nuomonė apie faktorius, lemiančius dirbtinio intelekto integraciją į maisto tiekimo grandinę (sudarė autorė)

Analizuojant ekspertų vertinimus (žr. 14 lent.), pastebima, kad svarbiausias faktorius, lemiantis dirbtinio intelekto integraciją į maisto tiekimo grandinę yra suvokiama nauda (vidutinis rangas 2,46). Taip pat svarbūs faktoriai yra technologijų parengtis (vidutinis rangas 4,18) bei apmokyti darbuotojai ir galutiniai vartotojai (vidutinis rangas 4,61).

**15 lentelė.** Faktoriai, lemiantys dirbtinio intelekto integraciją į žemės ūkio maisto pramonės tiekimo grandinę, rangais (sudarė autorė)

-	Kriterijaus (rodiklio) žymuo									
	Technologijų parengtis naudojimui	Suvokiama nauda	Duomenų kompleksiškas	Galimybė išbandyti dirbtinio intelekto sistemas	Privatumas ir saugumas	Paklausos nepastovumas	Apmokyti darbuotojai ir galutiniai vartotojai	Darbo vietų išsaugojimas įdiegus dirbtinį intelektą	Informacijos sklaida ir komunikavimas tarp maisto tiekimo grandinės partnerių	Vartotojų pasitenkinimas dirbtinio intelekto sistemomis
Vidutinis rangas $\bar{R}_i$ $= \sum_{j=1}^m \frac{R_{ij}}{m}$	4,18	2,46	4,75	6,75	4,86	8,00	4,61	5,43	7,36	6,61
Hierarchija	2	1	4	8	5	10	3	6	9	7

Apibendrinant, dirbtinio intelekto integraciją į žemės ūkio maisto pramonės tiekimo grandinę ekspertų nuomone, lemia suvokiama nauda. ES programos „Žalioji kursas“ priemonės „Nuo ūkio iki stalo“ įgyvendinimas grindžiamas skaitmenine transformacija, tačiau valdžios institucijos

pagrįstais vertinimais turi aiškiai komunikuoti apie dirbtinio intelekto atnešamą naudą tiekimo grandinėje.

(6) Atlikus skaičiavimus (žr. 36 pav.) galima teigti, kad ekspertų vertinimai, įvertinant faktorius, lemiančius dirbtinio intelekto integraciją į maisto tiekimo grandinę, yra gerai suderinti. Kendall'o konkordancijos koeficientas  $W$  lygus 0,445. Hipotezė  $H_0$  (ekspertų vertinimai prieštaringi) yra atmetama.

N	14
Kendall's W <sup>a</sup>	,445
Chi-Square	80,999
df	13
Asymp. Sig.	<,001

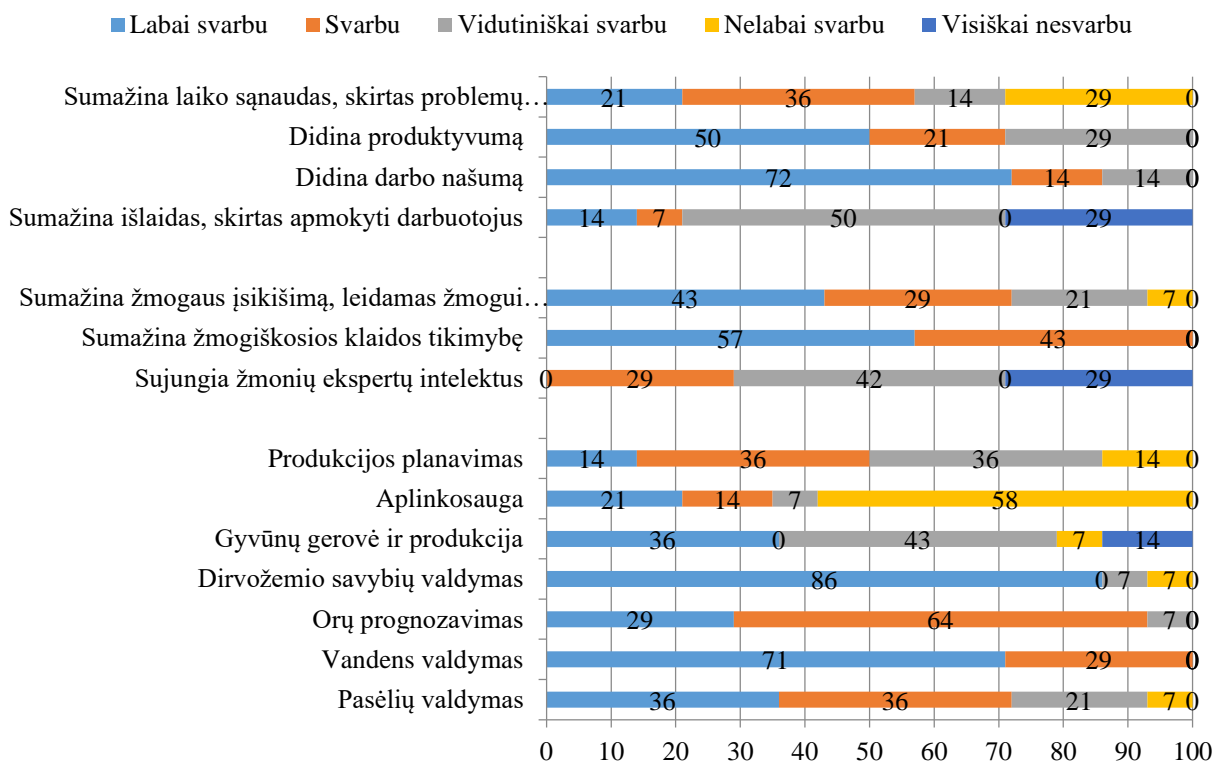
a. Kendall's Coefficient of Concordance

### 36 pav. Kendall'o konkordancijos koeficiento skaičiavimo išvestis (sudarė autorė)

Pagal Kendall'o konkordancijos koeficiento skaičiavimo išvestį  $W=0,445$ ,  $\chi^2 = 80,999$ , o t. y. didesnė už kritinę  $\chi_{kr}^2 = 21,026$  reikšmę, kai laisvės laipsnis  $\nu = 13-1 = 12$ , reikšmingumas  $\alpha = 0,05$ . Duomenys gali būti naudojami tolimesniuose skaičiavimuose, nes ekspertų vertinimai yra suderinti.

**Vertinant funkcinį dirbtinio intelekto poveikį** (žr. 37 pav.), 86 proc. ekspertų nurodė, kad svarbiausias dirbtinio intelekto poveikis yra dirvožemio savybių valdymas, 71 proc. nurodė, kad vandens valdymas. 64 proc. ekspertų svarbiu dirbtinio intelekto poveikiu įvardijo orų prognozavimą. Vertinant funkcinį poveikį, pasėlių valdymas ir produkcijos planavimas ekspertų vertinimai pasiskirstė netolygiai. Produkcijos planavimą labai svarbiu laikė 14 proc. ekspertų, svarbiu – 36 proc., vidutiniškai svarbiu – 36 proc., o nelabai svarbiu – 14 proc. ekspertų. Pasėlių valdymą svarbiu laikė 36 proc. ekspertų, svarbiu – 36 proc., vidutiniškai svarbiu – 21 proc., o nelabai svarbius – 7 proc. ekspertų. Aplinkosaugą 56 proc. ekspertų nurodė kaip nelabai svarbų dirbtinio intelekto sukuriamą poveikį. Gyvūnų gerovė ir produkcija 14 proc. ekspertų nurodyta kaip visiškai nesvarbus dirbtinio intelekto poveikis. **Vertinant socialinį dirbtinio intelekto poveikį** (žr. 37 pav.), 57 proc. ekspertų sutiko, kad žmogiškosios klaidos sumažinimo tikimybė yra labai svarbus dirbtinio intelekto poveikis. Žmogaus įsikišimo sumažinimas, leidžiant susikoncentruoti į kūrybines veiklas 43 proc. ekspertų vertintas kaip labai svarbus poveikis, 29 proc. įvertino kaip svarbų poveikį. Žmonių ekspertų intelekto sujungimą 29 proc. ekspertų įvertino kaip visiškai nesvarbų dirbtinio intelekto poveikį. **Vertinant ekonominį dirbtinio intelekto poveikį** (žr. 37 pav.), 72 proc. ekspertų įvardino kaip labai svarbų darbo našumo didinimą, 14 proc. nurodė, kad tai svarbus dirbtinio intelekto poveikis. Produktyvumo didinimas 50 proc. ekspertų nurodytas kaip labai svarbus poveikis. Laiko sąnaudų, skirtų problemų sprendimui, sumažinimas 21 proc. ekspertų nurodytas kaip labai svarbus poveikis, 36 proc. įvardijo kaip svarbų dirbtinio intelekto poveikį. Išlaidų, skirtų darbuotojų apmokymui, sumažinimas 50 proc. ekspertų įvertintas kaip vidutiniškai svarbus poveikis, o 29 proc. įvardijo šį dirbtinio intelekto poveikį kaip visiškai nesvarbų.





37 pav. Ekspertų nuomonė apie dirbtinio intelekto poveikį žemės ūkio maisto pramonės plėtrai (sudarė autorė)

Analizuojant ekspertų vertinimus (žr. 19 lent.), pastebima, kad svarbiausi funkciniai dirbtinio intelekto poveikiai yra dirvožemio savybių valdymas (vidutinis rangas 4,54) ir vandens valdymas (vidutinis rangas 4,71). Svarbiausias socialinis dirbtinio intelekto poveikis žmogiškosios klaidos tikybės sumažinimas (vidutinis rangas 4,75). Svarbiausias ekonominis dirbtinio intelekto poveikis žemės ūkio maisto pramonės plėtrai yra darbo našumo didinimas (vidutinis rangas 4,43).

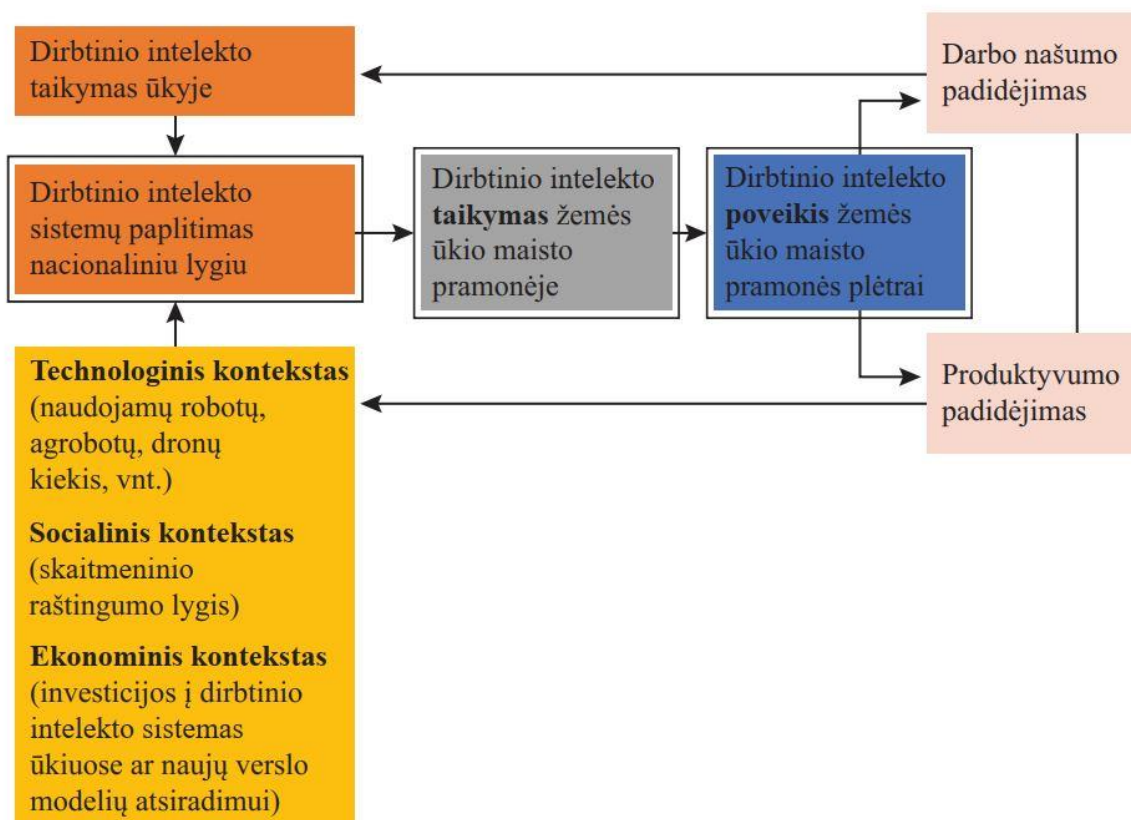
16 lentelė. Dirbtinio intelekto poveikis žemės ūkio maisto pramonės plėtrai, rangais (sudarė autorė)

-	Kriterijaus (rodiklio) žymuo													
	Funkcinis poveikis							Socialinis poveikis			Ekonominis poveikis			
	Pasėlių valdymas	Vandens valdymas	Orų prognozavimas	Dirvožemio savybių valdymas	Gyvūnų gerovė ir produkcija	Aplinkosauga	Produkcijos planavimas	Sujungia žmonių ekspertų intelektus	Sumažina žmogiškosios klaidos tikimybę	Sumažina žmogaus įsikišimą, leidamas žmogui ekspertui	Sumažina išlaidas, skirtas apmokyti	Didina darbo našumą	Didina produktyvumą	Sumažina laiko sąnaudas, skirtas
Vidutinis rangas	7,32	4,71	6,21	4,54	8,93	10,54	9,00	11,86	4,75	6,75	11,07	4,43	6,18	8,71
$\bar{R}_i = \sum_{j=1}^m \frac{R_{ij}}{m}$														
Hierarchija	8	3	6	2	10	12	11	14	4	7	13	1	5	9

Apibendrinant galima teigti, kad pagrindinis dirbtinio intelekto poveikis yra darbo našumo didinimas (ekonominis poveikis). Kiti svarbūs dirbtinio intelekto poveikiai yra galimybė valdyti dirvožemio savybes ir vandenį (funkcinis poveikis). Šių dirbtinio intelekto poveikių svarbumas sąlygotas Lietuvos žemės ūkio maisto pramonės priskyrimui augalininkystės segmentui. Lietuvos gamtinės sąlygos lemia, kad norint turėti didesnę derlių, reikia užtikrinti vandens valdymą ūkiuose, sekti dirvožemio savybes. Svarbus dirbtinio intelekto socialinis poveikis yra žmogiškosios klaidos tikimybės sumažinimas. Dirbtinis intelektas analizuodamas didžiuosius duomenis greičiau ir teisingiau priima sprendimus ūkiuose. Dirvožemio savybių ir vandens valdymas, žmogiškosios klaidos tikimybės sumažėjimas sąlygoja didesnę produktyvumą žemės ūkio maisto pramonėje, todėl ekspertų nuomone, ekonominis dirbtinio intelekto poveikis produktyvumo didinimas laikomas svarbiu.

## 4.2. Dirbtinio intelekto poveikio žemės ūkio maisto pramonės plėtrai vertinimo modelis

Atsižvelgiant į mokslinės literatūros ir tyrimų analizę, sukuriamas dirbtinio intelekto poveikio žemės ūkio maisto pramonės plėtrai vertinimo modelis (žr. 38 pav.). Dirbtinio intelekto sistemų paplitimas nacionaliniu lygiu, pereina į dirbtinio intelekto taikymą žemės ūkio maisto pramonėje, tada sukuriamas dirbtinio intelekto poveikis žemės ūkio maisto pramonės plėtrai.



38 pav. Dirbtinio intelekto poveikio žemės ūkio maisto pramonės plėtrai vertinimo modelis (sudarė autorė)

Pradinėje stadijoje dirbtinio intelekto taikymui pagrindinė ašis yra ūkiai. Tyrimo rezultatai rodo, kad ūkininkų skaitmeninis raštingumas yra vienas iš veiksnių, lemiančių dirbtinio intelekto taikymą ir integraciją žemės ūkio maisto pramonėje. Skaitmeniškai raštingi ūkininkai yra labiau suinteresuoti taikyti dirbtinio intelekto sistemas ūkiuose. Technologijų parengtis naudojimui, standartizuoti dirbtinio intelekto sprendimai lengviau pasiekia technologijos vartotojiškumo fazę. Gerosios patirties sklaida, naudojant robotus, dronus, agrobotus, didina tikimybę, kad dirbtinio intelekto technologijos paplis nacionaliniu lygiu žemės ūkio maisto pramonėje. Pakankami finansiniai ištekliai didina investicijas į dirbtinį intelektą. Šiuo atveju galima ir investicijų alternatyva, kai dirbtinio intelekto paplitimui nacionaliniu lygiu gali būti taikomi nauji verslo modeliai – prenumeratos, naudojimo, produkcijos ar dalijimosi verslo modeliai. Atsiradus naujiems verslo modeliams, ūkininkams nereikia įsigyti nuosavybės dirbtinio intelekto technologijų, įrankių, tačiau tokiu atveju reikalingos naujų verslų savininkų investicijos į dirbtinio intelekto sistemas, kad naujieji verslo modeliai sėkmingai funkcionuotų žemės ūkio maisto pramonėje. Esant visoms prielaidoms, dirbtinis intelektas taikomas žemės ūkio maisto pramonėje. Dirbtinio intelekto taikymas ūkiuose, kai paplitimas pasiektas nacionaliniu lygiu, sukuria dirbtinio intelekto poveikį visai žemės ūkio maisto pramonei. Dirbtinio intelekto poveikis lemia padidėjusį darbo našumą ir

produktyvumą ne tik ūkiuose, bet ir visame žemės ūkio maisto pramonės sektoriuje. Pasiiekiamas multiplikavimo efektas, kai auga žemės ūkio maisto pramonė, ūkiai pajėgesni investuoti į dirbtinio intelekto technologijas ir užtikrinama žemės ūkio maisto pramonės plėtra. Sukurtas dirbtinio intelekto poveikio žemės ūkio maisto pramonės plėtrai vertinimo modelis, gali būti pritaikytas skirtingoms valstybėms, analizuoti įvairius laikotarpius. Vertinimo modelis, išskirtinis dėl jo sudedamųjų dalių, pagrįstas dirbtinio intelekto taikymo žemės ūkio maisto pramonėje procesu.

**Diskusija.** Dirbtinio intelekto sąvoka yra nuolat kintanti dėl technologijos spartaus vystymo, todėl moksliniuose darbuose dirbtinis intelektas suprantamas skirtingai. Atliekant mokslinės literatūros analizę, buvo pastebėtas įvairių autorių skirtingas dirbtinio intelekto apibrėžimų traktavimas, todėl darbe vykdoma diskusija šiuo klausimu. Apibendrinant atliktą tyrimo analizę, galima teigti, kad ekspertinio vertinimo rezultatai yra teisingi, kadangi į klausimus atsakinėjo ilgametę patirtį turintys ekspertai. Sukaupta ekspertų patirtis žemės ūkio maisto pramonės ir dirbtinio intelekto srityse ir jų nuomonė atspindi esamą situaciją, tačiau keičiantis technologiniam, socialiniam ar ekonominiam kontekstui galima tolimesnė tyrimo kryptis ir perspektyvos – plėtoti sukurtą dirbtinio intelekto poveikio žemės ūkio maisto pramonės plėtrai modelį ir atlikti jo verifikacijos procedūras, siekiant išvengti tyrimo apribojimų.

**Tyrimo apribojimai.** Lietuvos ekonominės veiklos rūšių klasifikatoriuje yra išskiriama žemės ūkio, miškininkystės ir žuvininkystės veikla. Duomenys apie žemės ūkio maisto pramonę atskirai nėra kaupiami. Lietuvos statistikos departamentas fragmentiškai kaupia duomenis apie dirbtinį intelektą. Šiuo metu kaupiama informacija apie realią formą turintį dirbtinį intelektą – robotus, nekonkretizuojant, kiek robotų naudojama žemės ūkio maisto pramonėje. Duomenys apie virtualų dirbtinį intelektą (skaitmenines platformas ir pan.) nėra kaupiami.

## Išvados ir rekomendacijos

1. Lietuvos žemės ūkio maisto pramonės, kuri priskiriama augalininkystės segmentui, bendroji žemės ūkio produkcija 2019 m. buvo 896 EUR/ha žemės ūkio naudmenų, todėl pagal ekonominius rodiklius Lietuvos žemės ūkio maisto pramonė yra viena neproduktyviausių tarp Europos Sąjungos narių. Europos Sąjungoje vyrauja skirtingi ūkių dydžiai, tokios pat tendencijos stebimos ir Lietuvoje. Europos Sąjungoje susiduriama su ūkių darbuotojų senėjimu, darbuotojų trūkumu. Lietuvoje 2020 metais 52 proc. ūkininkų buvo nuo 40 metų iki pensinio amžiaus, daugiau nei trečdalis (32 proc.) ūkininkų jau buvo sulaukę pensinio amžiaus, o jaunųjų ūkininkų dalis (iki 40 metų amžiaus) sudarė tik 16 proc. Žemės ūkio maisto pramonė, kurioje yra daug rutininio darbo, tampa nepatraukli jauniems žmonėms. Ekspertinio vertinimo metu nustatyta, kad Lietuvoje žemės ūkio maisto pramonės efektyvinimo problemas lemia įvairūs veiksniai, tačiau svarbiausi yra inovatyvių sprendimų stoka (vidutinis rangas 2,50) bei žmogiškųjų išteklių trūkumas ir darbuotojų senėjimas (vidutinis rangas 3,46). Dirbtinio intelekto spartus vystymasis, jo sprendimai sukurti taikyti žemės ūkio maisto pramonėje tampa įrankiu efektyvinimo problemoms spręsti. Dirbtinio intelekto diegimas ir robotizacijos procesai gali kompensuoti žmogiškųjų išteklių trūkumą, skaitmeninė transformacija pritraukti jauno amžiaus žmones į ūkius. Lietuvoje kuriamos dirbtinio intelekto technologijos žemės ūkio maisto pramonei, įkurti skaitmeniniai inovacijų centrai, skatinantys dirbtinio intelekto technologijų kūrimą.
2. Dirbtinis intelektas sparčiai ir nuolat evoliucionuoja, o tai lemia nuolat kintančias dirbtinio intelekto koncepcijas. Mokslininkai skirtingai apibrėžia dirbtinį intelektą, tačiau dažniausiai dirbtinio intelekto sistemos apibrėžiamos kaip autonomiškos (savarankiškos), protingos arba demonstruojančios protingą elgesį, gebančios analizuoti, mokytis ir atlikti užduotis. Ekonominiu požiūriu, dirbtinis intelektas yra konkurencinis pranašumas, tačiau dėl vis didėjančio šios technologijos paplitimo, pramonės šakos turi rasti kūrybingus ir atsakingus būdus, kaip panaudoti dirbtinį intelektą, kad kurtų teigiamą konkurencinį poveikį.
3. Išskiriami socialiniai, technologiniai ir ekonominiai barjerai, trukdantys sėkmingai taikyti dirbtinį intelektą žemės ūkio maisto pramonėje. Ekspertų vertinimu, svarbiausi barjerai yra finansinių išteklių trūkumas (ekonominis, vidutinis rangas 4,79), atotrūkis tarp ūkininkų ir dirbtinio intelekto kūrėjų (socialinis, vidutinis rangas 4,79) standartizuotų technologinių sprendimų nebuvimas (technologinis, vidutinis rangas 5,25). Ūkininkų finansinio raštingumo ugdymas ir alternatyvų taikymas galimi sprendimo variantai ekonominiam barjerui šalinti. Standartizuotų technologinių sprendimų stokos barjeras gali būti šalinamas gerosios praktikos sklaida tarp ūkininkų, kai dalijamasi dirbtinio intelekto sėkmingais įdiegimo pavyzdžiais ūkiuose, kai technologijų parengtis nepasiekusi standartizacijos. Skaitmeninis raštingumo ugdymas mažintų atotrūkį tarp ūkininkų ir dirbtinio intelekto kūrėjų. Be to, ūkininkų aukštesnis skaitmeninis raštingumo lygis lemia dažnesnį skaitmeninių technologijų taikymą veiklos procesuose.
4. Žemės ūkio maisto pramonės tiekimo grandinėje dirbtinis intelektas gali būti integruojamas tiek vertikaliai, tiek horizontaliai. Mažiausiai imli dirbtiniam intelektui yra derliaus paruošimo fazė (50 iš 100 balų), labiausiai imli – vartojimas ir atliekos (80 iš 100 balų), gamybinės fazės imlumas lygus 70 iš 100 balų. Toks netolygus kiekvienos tiekimo grandinės fazės imlumas dirbtiniam intelektui lemia apsunkintą skaitmeninę transformaciją. Skaitmeninė transformacija ir dirbtinis intelektas žemės ūkio maisto pramonėje Europos Sąjungos lygmeniu įvardijami kaip

pagrindinis įrankis, siekiant kurti konkurencingesnę žemės ūkį, plėtoti žemės ūkio maisto pramonę. Ekspertų vertinimu, suvokiama nauda (vidutinis rangas 2,46) yra pagrindinis faktorius, lemiantis dirbtinio intelekto integraciją grandinėje, todėl valdžios institucijos turi aiškiai komunikuoti apie dirbtinio intelekto kuriamą naudą, suinteresuotąsias šalis informuoti apie gerosios patirties pavyzdžius.

5. ES šalių žemės ūkio darbo našumo indeksas 2020 m. sumažėjo 4 proc. Lietuvoje žemės ūkyje darbo našumas išlieka mažiausias lyginant su pramonės ir paslaugų sektoriais. Ekspertinio vertinimo analizė atskleidė, kad pagrindinis dirbtinio intelekto poveikis yra darbo našumo didinimas (ekonominis poveikis, vidutinis rangas 4,43). Kiti svarbūs dirbtinio intelekto funkciniai poveikiai yra galimybė valdyti dirvožemio savybes (vidutinis rangas 4,54) ir vandenį (vidutinis rangas 4,71). Šių dirbtinio intelekto poveikių svarbumas sąlygotas Lietuvos žemės ūkio maisto pramonės priskyrimui augalininkystės segmentui. Lietuvos gamtinės sąlygos lemia, kad norint turėti didesnę derlių, reikia užtikrinti vandens valdymą ūkiuose, sekti dirvožemio savybes. Svarbus dirbtinio intelekto socialinis poveikis yra žmogiškosios klaidos tikimybės sumažinimas (vidutinis rangas 4,75). Dirbtinis intelektas analizuodamas didžiuosius duomenis greičiau ir teisingiau priima sprendimus ūkiuose. Dirvožemio savybių ir vandens valdymas, žmogiškosios klaidos tikimybės sumažėjimas sąlygoja didesnę produktyvumą žemės ūkio maisto pramonėje, todėl ekspertų nuomone, dirbtinio intelekto poveikis produktyvumo didinimas laikomas svarbiu.
6. Dirbtinio intelekto poveikio žemės ūkio maisto pramonės plėtrai vertinimo modelis sudarytas remiantis mokslinės literatūros ir ekspertinio vertinimo analize. Modelis konstruotas atsižvelgiant į technologinį, socialinį ir ekonominį kontekstą. Modelyje pateikiami trys pagrindiniai etapai – dirbtinio intelekto sistemų paplitimas nacionaliniu lygiu, dirbtinio intelekto taikymas žemės ūkio maisto pramonėje, dirbtinio intelekto sukuriamas poveikis žemės ūkio maisto pramonės plėtrai.

## Literatūros sąrašas

1. Aly, H. (2020). Digital transformation, development and productivity in developing countries: is artificial intelligence a cure or a blessing? *Review of Economics and Political Science*. [žiūrėta 2021-02-15] <https://doi.org/10.1108/REPS-11-2019-0145>
2. Annosi, C., M., Brunetta, F., Capo, F., Heideveld, L. (2020). Digitalization in the agri-food industry: the relationship between technology and sustainable development, *Management decision*, 58(8), 1737-1757.
3. Aramyan, L. H., Lansink A., O., van der Vorst., J., van Kooten, O. (2007). Performance measurement in agri-food supply chains: a case study. *Supply Chain Manag Int J*, 12(4), 304–315
4. Bačiulienė, V., Jegelavičiūtė, R., Petrokė, I. (2020). Stakeholders and their interests in the implementation of the Lithuanian artificial intelligence strategy. *Sociálno-ekonomická revue = Social and economic revue*, 18(4), 5-11.
5. Bačiulienė, V., Petrokė, I. (2020). The impact of artificial intelligence on growth in the agri-food industry: Lithuanian case. *European science = Europska veda Podhájka: European institute of further education*, 2(4), 34-40.
6. Barnes, A., P., Soto, I., Ivory, V., Beck, B., Balafoutis, A., Sanchez, B., Vangeyte, J., Fountas, T., van der Walf, T., Gomez-Barbero, M. (2019). Exploring the adoption of precision agricultural technologies: A cross regional study of EU farmers, *Land Use Policy* 80, p. 163-174 10.1016/j.landusepol.2018.10.004
7. Baruchelli, P., Botto, F., Cimatti, A. (2020). Overview on Maturity of AI Innovations in Manufacturing. *EIT Digital*, [žiūrėta 2021-02-20]. Prieiga per internetą: [https://eit.europa.eu/sites/default/files/20529-d11\\_id0026978\\_overview\\_on\\_maturity\\_of\\_ai\\_innovations\\_in\\_manufacturing\\_20529-d11.pdf](https://eit.europa.eu/sites/default/files/20529-d11_id0026978_overview_on_maturity_of_ai_innovations_in_manufacturing_20529-d11.pdf)
8. Bawack, R., E., Fossi, W., S., Carillo, K., D., A. (2021). A framework for understanding artificial intelligence research: insights from practice. *Journal of enterprise information management*, 34 2021, Vol. 34(2), 645-678.
9. Berlin, A., Verstegen, J., Aguado, R. (2020). D4.9 IOF2020 Use Case Business Models. *Internet of Food and Farm 2020*
10. Bičkauskė, D., Šermukšnytė-Alešiūnienė, K., Simanavičienė, Ž., Kowalska, K. (2020). Challenges of Digital Transformation in the Agri-Food Sector. *Sociálno-Ekonomická Revue*, 2, 12-19.
11. Brachman, R. J. (2006). (AA)AI – more than the sum of its parts. *2005 AAAI Presidential Address. AI Magazine*, 27(4), 19-34.
12. Brynjolfsson, E., Rock, D., Syverson, D. (2018). The Productivity J-Curve: How Intangibles Complement General Purpose Technologies. *Working paper*, 2018.
13. Carrico, G. (2018). The EU and artificial intelligence: A human-centred perspective, *European view*, 17(1), 29-36.
14. Christopher, M. (2005). Logistics and supply chain management: creating value-added networks. *Pearson education, London*.

15. Chwelos, P., Benbasat, I., Dexter, A., S. (2001). Research Report: Empirical Test of an EDI Adoption Model. *Information systems research*, 2001-09-01, 12(3), 304-321. doi: 10.1287/isre.12.3.304.9708
16. Cognizant. (2019). *The AI Path: Past, Present and Future* [žiūrēta 2021-03-05]. Prieiga per internetą: <https://www.cognizant.com/whitepapers/the-ai-path-past-present-and-future-codex5034.pdf>
17. Cohen, M. and Hutter, M. (2020). Asymptotically Unambitious Artificial General Intelligence. *Proc.AAAI*, 34 (2020), 2467-2476.
18. Cubric, M. (2020). Drives, barriers and social considerations for AI adoption in business and management: A tertiary study. *Technology in society*, 2020, 62.
19. Dasgupta, A. ir Wendler, S. (2019). AI Adoption Strategies. Centre for Technology and Global Affairs Department of Politics and International Relations, *University of Oxford, Working Paper Series No. 9* [žiūrēta 2021-04-28]. Prieiga per internetą: <https://www.ctga.ox.ac.uk/files/aiadoptionstrategies-march2019pdf>
20. Deloitte. (2020). Thriving in the era of pervasive AI. *Deloitte's State of AI in the Enterprise, 3th Edition* [žiūrēta 2021-02-25]. Prieiga per internetą: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/cognitive-technologies/state-of-ai-and-intelligent-automation-in-business-survey.html?id=us:2el:3pr:4di6462:5awa:6di:MMDDYY:&pkid=1006825>
21. Eager, J. (2020). *Opportunities of Artificial Intelligence*. Study for the committee on Industry, Research and Energy, Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies, *European Parliament*
22. Europos Parlamento Žemės ūkio ir plėtros komitetas. (2019). *Research for AGRI Committee - Impacts of the digital economy on the food chain and the CAP* [žiūrēta 2020-09-29]. Prieiga per internetą [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/629192/IPOL\\_STU\(2019\)629192\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/629192/IPOL_STU(2019)629192_EN.pdf)
23. Financial Times. (2020). *Investment in agritech declines as appetite for food delivery wanes*. [žiūrēta 2021-04-28]. Prieiga per internetą: <https://www.ft.com/content/88360cd4-5731-11ea-abe5-8e03987b7b20>
24. Fjelland, R. (2020). Why general artificial intelligence will not be realized. *Humanities and Social Sciences Communications*, 7(1) [žiūrēta 2020-11-21] doi:10.1057/s41599-020-0494-4
25. Haenlein, M., Kaplan, A. (2019a). Siri, siri in my hand, who is the fairest in the land? On the Interpretations, Illustrations and Implications of Artificial Intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15-25.
26. Haenlein, M., Kaplan, A. (2019b). A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence. *California Management Review*, 61(4), 5-14.
27. Haenlein, M., Kaplan, A. (2020). Rulers of the world, unite! The challenges and opportunities of artificial intelligence. *Business horizons*, 63(1) [žiūrēta 2021-02-16]. doi: 10.1016/j.bushor.2019.09.003
28. Hennessy, T., Lapple, D. and Moran, B. (2016). The digital divide in farming: a problem of access or engagement? *Applied Economic Perspectives and Policy*, 38(3), 474-491.



29. Iacovou, Ch. L., Benbasat, I., Dexter A. S. (1995). Electronic Data Interchange and Small Organizations: Adoption and Impact of Technology. *The Society for Information Management and the Management Information Systems Research Center*, 19 (4), 465-485. doi: 10.2307/249629
30. Jagtap, S., Bader, F., Garcia-Garcia, G., Trollman, H., Fadiji, T., Salonitis, K. (2021). Food Logistics 4.0: Opportunities and Challenges. *Logistics*, 5(1), 2.
31. Kardelis, K. (2007). *Mokslinių tyrimų metodologija ir tyrimai*. Šiauliai: Lucilijus
32. Kordon, A. (2020). Artificial Intelligence Based Systems as Competitive Advantage. *2020 IEEE 10th International Conference on Intelligent Systems (IS), August 2020, 6-18*.
33. Lakshmi, V. ir Corbett, J. (2020). How Artificial Intelligence Improves Agricultural Productivity and Sustainability: A Global Thematic Analysis. *Proceedings of the 53rd Hawaii International Conference on System Sciences 2020*.
34. Lezoche, M., Hernandez, J., Alemany-Diaz, M., Panetto, H., Kacprzyk, J. (2020). Agri-food 4.0: a survey of supply chains and technologies for the future agriculture. *Computers in Industry*, 117.
35. Lietuvos agrarinės ekonomikos institutas. (2020). *Lietuvos žemės ir maisto ūkis 2019* [žiūrėta 2021-03-17]. Prieiga per internetą: <https://www.laei.lt/?mt=leidiniai&straipsnis=1817&metai=2020>
36. Lynn, M., R. (1986). Determination and quantification of content validity. *Nursing Research*, 35(6), 382–385.
37. Liu, Y., Ma, X., Shu, L., Hancke, G., P., Abu-Mahfouz, A., M. (2021). From Industry 4.0 to Agriculture 4.0: Current Status, Enabling Technologies, and Research Challenges. *IEEE transactions on industrial informatics*, 17(6), 4322-4334.
38. Makridakis, S., Wheelwright, S., C., Hyndman, R., J. (1998). Forecasting, methods and applications, *New York: John Wiley and Sons*, 642.
39. Markets and markets. (2021). *Artificial Intelligence in Agriculture Market by Technology (Machine Learning, Computer Vision, and Predictive Analytics), Offering (Software, Hardware, AI-as-a-Service, and Services), Application, and Geography - Global Forecast to 2026* [žiūrėta 2021-02-08]. Prieiga per internetą: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/ai-in-agriculture-market-159957009.html>
40. Matthews, A. (2015). Food Security as a Driver of Integration in Europe. *In Drivers of Integration and Regionalism in Europe and Asia: Comparative Perspectives*, London: Routledge, 148–63.
41. McKinsey. (2018). *The promise and challenge of the age of artificial intelligence*. McKinsey Global Institute, Executive Briefing
42. Mehrtens, J., Cragg, P. B., Mills, A.M. (2001). A model of Internet adoption by SME's. *Information & management*, 39 (3), 165-176.
43. Mehta C., R., Patel, N., R. (2013). *IBM SPSS Exact Tests*. Armonk, NY:IBM Corporation [žiūrėta 2021-11-25]. Prieiga per internetą: [https://www.ibm.com/docs/en/SSLVMB\\_27.0.0/pdf/en/IBM\\_SPSS\\_Exact\\_Tests.pdf](https://www.ibm.com/docs/en/SSLVMB_27.0.0/pdf/en/IBM_SPSS_Exact_Tests.pdf)

44. Monett, D., Lewis C., W., P. (2018). Getting clarity by defining Artificial Intelligence –A Survey. *Studies in Applied Philosophy, Epistemology and Rational Ethics*, 44 [žiūrėta 2021-03-17]. Prieiga per internetą [https://doi.org/10.1007/978-3-319-96448-5\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-319-96448-5_21)
45. Moruzzi, C. (2020). Artificial Creativity and General Intelligence. *Journal of Science and Technology of the Arts*, 12(3).
46. Nilsson, N., J. (2010). *The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements*. Cambridge: Cambridge University Press
47. Olsen, T., L., Tomlin, B. (2019). Industry 4.0: Opportunities and Challenges for Operations Management. *Tuck School of Business Working Paper No. 3365733, The University of Auckland Business School Research Paper* [žiūrėta 2021-03-24]. Prieiga per internetą: <https://ssrn.com/abstract=3365733> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3365733>
48. Pivoto, D., Barham, B., Waquil, P., D., Foquesatro, C., R., Corte, V., F., D., Zhang, D., Talamini, E. (2019). Factors influencing the adoption of smart farming by Brazilian grain farmers, *International Food and Agribusiness Management Review*, 22(4), 571-588.
49. Podvezko, V. (2005) Ekspertų įverčių suderinamumas. *Ūkio technologinis ir ekonominis vystymas*. XI(2), 101-107.
50. Pournader, M., Ghaderi, H., Hassanzadegan, A., Fahimnia, B. (2021). Artificial intelligence applications in supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 241. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108250>
51. Qian, Y., Liu, Y., Sheng Q. (2020). Understanding hierarchical structural evolution in a scientific discipline: A case study of artificial intelligence. *Journal of informetrics*, 14(3).
52. Rotz, S., Gravely, E., Mosby, I., Duncan, E., Finnis, E., Horgan, M. and Fraser, E. (2019). Automated pastures and the digital divide: how agricultural technologies are shaping labour and rural communities. *Journal of Rural Studies*, 68, 112-122.
53. Salin, V. (1998). Information technology in agri-food supply chains. *Int Food Agribus Management Review*, 1(3), 329–334.
54. Sarker, M., N., I., Islam, M., S., Murmu, H. and Rozario, E. (2020). Role of big data on digital farming. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(4), 1222-1225.
55. Scotti, V. (2020), Artificial Intelligence. *IEEE instrumentation and measurement magazine*, 23(3), 27-31. doi: 10.1109/MIM.2020.9082795
56. Shang, T., Heckeley, T., Gerullis, M., K., Borner, J., Rasch, S. (2021). Adoption and diffusion of digital farming technologies – integrating farm-level evidence and system interaction. *Agricultural Systems*, 190, 103074. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103074>.
57. Sharma, R., Kamble, S., S., Gunasekaran, A., Kumar, V., Kumar, A. (2020). A systematic literature review on machine learning application of sustainable agriculture supply chain performance, *Computers & operations research*, 119. doi: 10.1016/j.cor.2020.104926
58. Strusani, D., Hounghonon, G., V. (2019). The Role of Artificial Intelligence in Supporting Development in Emerging Markets. *EMCompass*, 69 [žiūrėta 2021-05-06]. Prieiga per internetą: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/32365> License: CC BY-NC-ND 3.0 IGO.

59. Talaviya, T., Shah, D., Patel, N., Yagnik, H., Shah, M. (2020). Implementation of artificial intelligence in agriculture for optimization of irrigation and application of pesticides and herbicides. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 4, 58-73.
60. Tidikis, R. (2003). *Socialinių mokslų tyrimų metodologija*. Vilnius: Lietuvos teisės universitetas
61. Tzachor, A. (2020). Artificial intelligence for agricultural supply chain risk management: Constraints and potentials. *CGIAR Big Data Platform*, 27 [žiūrėta 2021-02-11] Prieiga per internetą  
<https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/108709/Artificial%20Intelligence%20for%20agricultural%20SCRM.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
62. Violi, A., Lagana, D., Paradiso, R. (2020). The inventory routing problem under uncertainty with perishable products: an application in the agri-food supply chain. *Soft computing (Berlin, Germany)*, 24(18), 13725-13740.
63. Wang, P. (2019). On Defining Artificial Intelligence. *Journal of Artificial General Intelligence* 10(2), 1-37. doi: <https://doi.org/10.2478/jagi-2019-0002>
64. Zegher, J., F., Iancu, D., A. ir Lee, H., L. (2019). Designing contracts and sourcing channels to create shared value. *Manufacturing and Service Operations Management*, 21(2), 271-289.
65. Zub, M., Y. (2020). Transformation of Labor Market Infrastructure under the Influence of Artificial Intelligence. *Biznes inform (Multilingual ed.)*, 8(511), 146-153. doi: 10.32983/2222-4459-2020-8-146-153
66. Žemės ūkio informacijos ir kaimo verslo centras. (2020). *Lietuvos žemės ūkis: faktai ir skaičiai*, 2(26) [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per internetą: <https://osp.stat.gov.lt/services-portlet/pub-edition-file?id=35980>
67. Žemės ūkio informacijos ir kaimo verslo centras. (2021). *Lietuvos žemės ūkis: faktai ir skaičiai*, 1(27) [žiūrėta 2021-07-18]. Prieiga per internetą: [https://www.vic.lt/download/faktai-ir-skaiciai-2021\\_nr-1-27/](https://www.vic.lt/download/faktai-ir-skaiciai-2021_nr-1-27/)

## Informacijos šaltinių sąrašas

1. Europos Komisija. (2016). *Produktyvumas ES žemės ūkyje – lėtai, bet stabiliai auga*, [žiūrėta 2021-05-12]. Prieiga per internetą: [https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/trade/documents/agri-market-brief-10\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/trade/documents/agri-market-brief-10_en.pdf)
2. Europos Komisija. (2020). *Komisijos rekomendacijos dėl Lietuvos BŽŪP strateginio plano*, [žiūrėta 2021-03-18]. Prieiga per internetą: [https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/key\\_policies/documents/lt-swd2020\\_395-other-swp\\_lt.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/key_policies/documents/lt-swd2020_395-other-swp_lt.pdf)
3. Europos Komisija. (2021). *ES šalių informacijos suvestinės*, [žiūrėta 2021-04-17]. Prieiga per internetą: [https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/facts-and-figures/performance-agricultural-policy/agriculture-country/eu-country-factsheets-0\\_lt](https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/facts-and-figures/performance-agricultural-policy/agriculture-country/eu-country-factsheets-0_lt)
4. Eurostat (2016). *Ūkių dydžiai*, [žiūrėta 2021-06-21]. Prieiga per internetą: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Farms\\_and\\_farmland\\_in\\_the\\_European\\_Union\\_-\\_statistics/lt&oldid=4478](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Farms_and_farmland_in_the_European_Union_-_statistics/lt&oldid=4478)
5. Eurostat. *Bendroji žemės ūkio pridėtinė vertė ES*, [žiūrėta 2021-03-14]. Prieiga per internetą: <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tag00056/default/table?lang=en>
6. Eurostat. *Darbo produktyvumas ES*, [žiūrėta 2021-04-17] Prieiga per internetą: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20201216-1>
7. Lietuvos statistikos departamentas. (2020). *Lietuvos aplinka, žemės ūkis ir energetika*. [interaktyvus] 2020 m. leidimas [žiūrėta 2021-03-26]. Prieiga per internetą: <https://osp.stat.gov.lt/lietuvos-aplinka-zemes-ukis-ir-energetika-2020/zemes-ukis>
8. Lietuvos statistikos departamento duomenys. *Darbo našumas Lietuvoje*, [žiūrėta 2021-04-17]. Prieiga per internetą: <https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize?indicator=S7R222#/>