



Kauno technologijos universitetas

Ekonomikos ir verslo fakultetas

Dirbtinio intelekto poveikis darbo rinkos rodikliams

Baigiamasis magistro projektas

Ugnė Jurkutė

Projekto autorė

doc. dr. Alina Stundžienė

Vadovė

Kaunas, 2023



Kauno technologijos universitetas

Ekonomikos ir verslo fakultetas

Dirbtinio intelekto poveikis darbo rinkos rodikliams

Baigiamasis magistro projektas

Ekonomika (6211JX040)

Ugnė Jurkutė

Projekto autorė

doc. dr. Alina Stundžienė

Vadovė

prof. dr. Vaida Pilinkienė

Recenzentė

Kaunas, 2023



Kauno technologijos universitetas

Ekonomikos ir verslo fakultetas

Ugnė Jurkutė

Dirbtinio intelekto poveikis darbo rinkos rodikliams

Akademinių sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

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

Ugnė Jurkutė

Patvirtinta elektroniniu būdu

Jurkutė, Ugnė. Dirbtinio intelekto poveikis darbo rinkos rodikliams. Magistro baigiamasis projektas / vadovė doc. dr. Alina Stundžienė; Kauno technologijos universitetas, Ekonomikos ir verslo fakultetas.

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

Reikšminiai žodžiai: dirbtinis intelektas, dirbtinio intelekto poveikis, darbo rinka, Europa.

Kaunas, 2023. 78 p.

Santrauka

Informacinės technologijos yra tai, be ko neįsivaizduojamas kasdienis gyvenimas. Technologijos supa žmones įvairiose veiklose – darbe bei namuose. Dirbtinis intelektas (DI) yra viena iš technologijų šakų, kuri pastaruoju metu itin dažnai aptarinėjama. Šios technologijos populiarumą moksliniame pasaulyje galima paremti faktais, kad per dešimties metų laikotarpį nuo 2010 metų, padvigubėjo skaičius mokslinių publikacijų, susijusių su tyrimais atliktais vertinant šio tipo technologiją. Verslo srityje augantis skaičius patentų taip pat parodo augantį susidomėjimą šia technologija. Visais laikais technologijos buvo vertinamos dviprasmiškai, kadangi vieni teigė, kad technologijų plėtra kelia riziką darbuotojams, o kiti teigia, kad technologijos skatina produktyvumą ir našumą bei gerina makroekonominius rodiklius. Šiuo metu išskiriama, kad pirmaujantys dirbtinio intelekto srityje yra Kinijos ir Jungtinių Amerikos Valstijų regionai, tuo tarpu informacijos apie Europos regioną yra kur kas mažiau. Dėl šios priežasties tyrimas atliekamas vertinant Europos regioną.

Šio tyrimo tikslas - įvertinti dirbtinio intelekto poveikį darbo rinkos rodikliams Europos Sąjungos šalyse. Tyrime iškeliama keturi uždaviniai: pagrįsti dirbtinio intelekto darbo rinkos rodikliams tyrimo aktualumą ir problematiką; atlikti mokslinės literatūros analizę siekiant išsiaiškinti dirbtinio intelekto ir darbo rinkos rodiklių sampratą bei dirbtinio intelekto poveikį ekonomikai ir darbo rinkos rodikliams; parengti metodiką dirbtinio intelekto poveikio darbo rinkos rodikliams vertinimui bei įvertinti dirbtinio intelekto poveikį darbo rinkos rodikliams remiantis parengta metodologija.

DI technologijų tema Europoje tampa vis aktualesnė, kadangi planuojamas didinti finansavimas, augantis DI specialistų atlyginimas, kylantis privataus ir viešojo sektoriaus investavimas bei sparčiai kylantis naujų DI technologijų startuolių skaičius. Tuo tarpu vertinant darbo rinkos rodiklių tendencijas grafiškai nustatytas nepastovus įvairių su darbo rinka susijusių rodiklių svyravimas. Vertinant DI poveikį ekonomikai ir darbo rinkai pastebėta, kad ryšio tarp šių rodiklių negalima vertinti vienareikšmiškai. Dalis autorių šios technologijos poveikį darbo rinkai vertina teigiamai, kadangi gerina produktyvumą, skatina naujų darbo vietų kūrimą ir t. t. Tuo tarpu neigiama šių technologijų pusė yra tai, kad neatsakingai investuojant verslo įmonės gali patirti finansinių nuostolių, taip pat kyla rizika prarasti darbą tam tikras užduotis atliekantiems darbuotojams.

Remiantis surinktais statistiniais duomenimis atliktas ekonometrinis tyrimas, kuriame įvertintas kintamųjų normalumas, stacionarumas, koreliacija bei priežastingumas. Tuomet sukurti modeliai bei atlikti skaičiavimai remiantis jais. Atlikus tyrimą su paneliniais duomenimis nustatyta, kad vidutinio atlyginimo augimą skatina augantis įmonių, naudojančių DI technologijas, lygis bei didėjanti DI kursų anglų kalba pasiūla. Užimtumo lygio augimą skatina programuotojų įsitraukimas į DI projektų vystymą, tačiau ši darbo rinkos rodiklį galima sumažinti didinant publikuojamų DI mokslinių straipsnių lygį. Nedarbo lygio augimą gali skatinti augantis DI specialistų lygis. Darbo našumo lygio

augimą skatina augantis įmonių, naudojančių DI technologijas, lygis bei didėjantis DI kursų anglų kalba pasirinkimas. Tuo tarpu laisvų darbo vietų lygio neveikia visi tyrime naudoti DI technologijų situaciją Europoje atspindintys rodikliai.

Jurkutė, Ugnė. Impact of Artificial Intelligence on Labour Market Indicators. Master's Final Degree Project / supervisor assoc. prof. dr. Alina Stundžienė; School of Economics and Business, Kaunas University of Technology.

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

Keywords: artificial intelligence, impact of artificial intelligence, labour market, Europe.

Kaunas, 2023. 78 pages.

Summary

Information technologies have become inseparable part of our daily life. People are surrounded by technologies at home as well as in work environment. Artificial intelligence (AI) has happened to be one of the most often discussed fields of technology these days. The popularity of AI can be proven according to the fact that during the period of 10 years (2010-2020) the number of scientific publications researching this type of technology increased twice. Increased interest can also be seen according to the rising number of patents in the sector of business. In general, technologies were seen ambiguously over the years. Some have discussed that development of technologies increases employment risks, meanwhile others have stated that it encourages labour productivity and boosts macroeconomic indicators. Currently China and USA are the leaders in the field of AI, however, there is a lack of such data about Europe. Due to this reason, Europe region was selected as target region of this research.

The goal of this research is to evaluate the effect of artificial intelligence on labour market indicators in European Union countries. Four objectives were set: to justify relevance of research to the effect of AI on labour market metrics; to provide analysis of current scientific literature in order to identify the concept of AI and labour market metrics; to use current scientific literature in order to find out effect of AI to economics and labour market metrics; to present methods that can be used to measure effects of AI on labour market metrics; to use presented methods to measure the effects of AI on labour market metrics.

The topic of AI technologies becomes more and more relevant due to the plans to boost financial support from public and private sectors, increasing salaries of AI specialists as well as the number of new start-ups based on AI technology. Meanwhile, the use of graphical analysis have detected unstable fluctuation in metrics related to labour market. It was discovered that the relation between researched AI effect on economics, and labour market cannot be evaluated unambiguously. Some publishers respond to the effect of this field of technology to the labour market positively stating that it increases labour productivity as well as stimulates establishment of new job positions. On the other hand, the negative side of the AI is seen to be the financial losses companies can suffer by investing irresponsibly as well as risk of job losses of employees performing specific tasks.

Econometric modelling was conducted based on the collected panel data. It included normality check, correlation analysis, Granger causality test, afterwards ARDL, PTR and DTR models were created and analysed. It was discovered that increasing number of companies which integrate AI technologies can increase average salary. Also, increasing number of AI courses in English can increase average salary. Developers' involvement can increase employment level. However growing number of published AI research articles can negatively impact employment level. Unemployment level growth can be impacted by growing number of AI specialists. Labour productivity level increase can be

affected by the growth of the number of business companies which use AI technologies as well as increase in the number of AI courses supply. However, none of the AI metrics impact job vacancy rate.

Turinys

Lentelių sąrašas.....	8
Paveikslų sąrašas	9
Įvadas.....	10
1. Dirbtinio intelekto poveikio darbo rinkos rodikliams tyrimo pagrindimas	12
1.1. Dirbtinio intelekto poveikio darbo rinkos rodikliams tyrimo aktualumas	12
1.1.1. Dirbtinio intelekto rodiklių vertinimo aktualumas	12
1.1.2. Darbo rinkos rodiklių vertinimo aktualumas.....	18
1.2. Dirbtinio intelekto poveikio darbo rinkos rodikliams vertinimo problematika.....	21
2. Dirbtinio intelekto poveikio darbo rinkos rodikliams teoriniai aspektai	25
2.1. Dirbtinio intelekto vaidmuo 21 amžiuje.....	25
2.1.1. Dirbtinio intelekto samprata ir plėtra	25
2.1.2. Dirbtinio intelekto tipai ir struktūra.....	26
2.1.3. Dirbtinio intelekto technologijų paplitimas ir taikymas.....	29
2.1.4. Dirbtinio intelekto plėtros skatinimas	31
2.2. Darbo rinkos rodikliai ir jų svarba.....	33
2.2.1. Darbo rinkos svarba ekonomikai.....	33
2.2.2. Darnaus vystymosi tikslai.....	34
2.2.3. Darbo rinkos rodikliai ir jų klasifikacija	35
2.3. Dirbtinio intelekto poveikis ekonomikai	40
2.4. Dirbtinio intelekto poveikis darbo rinkai	41
3. Dirbtinio intelekto darbo rinkos rodikliams tyrimo metodologija	46
4. Dirbtinio intelekto poveikio Europos šalių darbo rinkos rodikliams vertinimo rezultatai	49
4.1. Kintamųjų pasiskirstymo ir stacionarumo vertinimas	50
4.2. Koreliacijos ryšio ir priežastingumo vertinimas.....	51
4.3. Ekonometrinių modelių kūrimas ir vertinimas	54
4.3.1. DI rodiklių poveikis vidutiniam atlyginimui.....	54
4.3.2. DI rodiklių poveikis užimtumo lygiui	58
4.3.3. DI rodiklių poveikis nedarbo lygiui	61
4.3.4. DI rodiklių poveikis darbo našumo lygiui.....	62
4.3.5. DI rodiklių poveikis laisvų darbo vietų lygiui.....	64
4.4. Tyrimo rezultatų apibendrinimas	65
Išvados ir rekomendacijos	68
Literatūros sąrašas	70
Informacijos šaltinių sąrašas	75
Priedai.....	79
1 priedas. Kintamųjų integruotumo vertinimas pagal Levin tikimybę	79
2 priedas. Kintamųjų integruotumo vertinimas pagal ADF tikimybę	80
3 priedas. Galutinio modelio liekamųjų paklaidų prielaidų vertinimas (priklausomas kintamasis – vidutinis atlyginimas)	82
4 priedas. Galutinio modelio liekamųjų paklaidų prielaidų vertinimas (priklausomas kintamasis – užimtumo lygis).....	83
5 priedas. Galutinio modelio liekamųjų paklaidų prielaidų vertinimas (priklausomas kintamasis – darbo našumo lygis).....	84

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Moksliniuose straipsniuose analizuojami DI poveikio ekonomikai ir darbo rinkai atvejai	21
2 lentelė. DI grupės (Tarasevičienė, Šutienė, 2022)	27
3 lentelė. Mašinų mokymosi grupės (Tarasevičienė, Šutienė, 2022; Helm ir kt., 2020)	28
4 lentelė. ES finansuojami DI projektai	32
5 lentelė. Tyrime naudoti DI ir darbo rinkos rodikliai	46
6 lentelė. Pagrindinės rodiklių reikšmės	49
7 lentelė. Kintamųjų pagal Jargue ir Bera kriterijų reikšmės	50
8 lentelė. Kintamųjų integruotumo vertinimo rezultatai	50
9 lentelė. Koreliacinės analizės rezultatai	51
10 lentelė. Kintamųjų priežastingumo testo rezultatai	53
11 lentelė. ARDL modelių tarp vidutinio atlyginimo (priklausomas kintamasis) ir DI investicijų (nepriklausomas kintamasis) SC reikšmės	55
12 lentelė. ARDL(3,5) modelio tarp vidutinio atlyginimo (priklausomas kintamasis) ir DI investicijų (nepriklausomas kintamasis) įverčiai	55
13 lentelė. ARDL modelių tarp vidutinio atlyginimo (priklausomas kintamasis) ir DI specialistų koncentracijos (nepriklausomas kintamasis) SC reikšmės	56
14 lentelė. ARDL(3,0) modelio tarp vidutinio atlyginimo (priklausomas kintamasis) ir DI specialistų koncentracijos (nepriklausomas kintamasis) įverčiai	56
15 lentelė. DTR modelio rezultatai (priklausomas kintamasis – vidutinis atlyginimas)	57
16 lentelė. ARDL modelių tarp užimtumo lygio (priklausomas kintamasis) ir DI specialistų koncentracijos (nepriklausomas kintamasis) SC reikšmės	59
17 lentelė. ARDL(3,4) modelio tarp užimtumo lygio (priklausomas kintamasis) ir DI specialistų koncentracijos (nepriklausomas kintamasis) įverčiai	59
18 lentelė. DTR modelio rezultatai (priklausomas kintamasis — užimtumo lygis)	59
19 lentelė. ARDL modelių tarp nedarbo lygio (priklausomas kintamasis) ir DI specialistų koncentracijos (nepriklausomas kintamasis) SC reikšmės	61
20 lentelė. ARDL(1,4) modelio tarp nedarbo lygio (priklausomas kintamasis) ir DI specialistų koncentracijos (nepriklausomas kintamasis) įverčiai	61
21 lentelė. ARDL modelių tarp nedarbo lygio (priklausomas kintamasis) ir DI kursų (vnt.) (nepriklausomas kintamasis) SC reikšmės	62
22 lentelė. ARDL(1,3) modelio tarp nedarbo lygio (priklausomas kintamasis) ir DI kursų (vnt.) (nepriklausomas kintamasis) įverčiai	62
23 lentelė. DTR modelio įverčiai (priklausomas kintamasis – darbo našumo lygis).....	63
24 lentelė. DTR ir PTR modelio įverčiai (priklausomas kintamasis – laisvų darbo vietų lygis).....	64
25 lentelė. Sutrumpinti tyrimo rezultatai	65

Paveikslų sąrašas

1 pav.	Europos išlaidos DI technologijoms (Statista.com, 2021)	13
2 pav.	DI specialistų vidutinis atlyginimas, 2022	13
3 pav.	DI startuolių pokytis Europoje (Stateofai2019.com, 2019)	14
4 pav.	DI specialistų pasiskirstymas pagal šalis (LinkedIn, 2022)	14
5 pav.	ES informatikos mokslų absolventų skaičius tenkantis milijonui gyventojų	15
6 pav.	Įmonės naudojančios DI technologijas (Eurostat, 2022).....	16
7 pav.	2020 m. DI investicijos tenkančios vienam gyventojui ir 2021 pokytis	17
8 pav.	DI investicijos EU šalyse, 2020-2021 m.	17
9 pav.	DI investicijos EU regione per metus, mln. JAV dol.	18
10 pav.	Laisvų darbo vietų lygis Europos Sąjungoje (Eurostat, 2023)	19
11 pav.	Užimtumo lygis Europos Sąjungoje (Eurostat, 2023).....	19
12 pav.	Darbo sąnaudų pokyčiai Europos Sąjungoje (Eurostat, 2023).....	20
13 pav.	Nedarbo lygis Europos Sąjungoje (Eurostat, 2023)	20
14 pav.	DI vystymasis	25
15 pav.	Dirbtinio intelekto struktūra	28
16 pav.	DI vystymasis Europoje	31
17 pav.	Darnaus vystymosi 8 tikslo rodikliai	34
18 pav.	Gyventojai pagal ekonominio aktyvumo statusą (Valstybės duomenų agentūra, 2022)	36
19 pav.	DTR modelio paklaidos (priklausomas kintamasis – vidutinis atlyginimas).....	58
20 pav.	DTR modelio paklaidos (priklausomas kintamasis – užimtumo lygis)	60
21 pav.	DTR modelio paklaidos (priklausomas kintamasis – darbo našumo lygis)	64

Ivadas

Informacinės technologijos jau yra kiekvieno mūsų gyvenimo dalis, be kurios neįsivaizduojame savo kasdienių veiklų. Ši technologijų sritis yra ypatingai plati ir dėl didelio susidomėjimo ir įrodytų naudų vartotojui yra aktyviai vystoma sukuriant vis naujas šių technologijų atšakas. Dirbtinis intelektas (toliau - DI) yra informacinių technologijų dalis, kuri nenumaldomai tampa vis dažniau aptarinėjama tema tarp technologijų entuziastų ir mokslininkų. Stanfordo Universiteto dirbtinio intelekto indekso 2022 metų ataskaitoje pateikiamais duomenimis nuo 2010 iki 2021 metų bendras skaičius publikuotų mokslinių straipsnių anglų kalba, susijusių su DI technologijomis, išaugo dvigubai nuo 162444 iki 334497 publikacijų. Per visą vienuolikos metų laikotarpį daugiausiai kasmet buvo publikuojama straipsnių moksliniuose žurnaluose, o 2021 metais moksliniuose žurnaluose publikuoti su DI susiję straipsniai sudarė 51,5 % visų publikacijų (Stanfordo universitetas, 2022). Šie duomenys rodo, kad vis daugiau investuojama į DI mokslinius tyrimus ir plėtrą.

Tačiau dirbtinio intelekto augimas matomas ne tik pirmojoje - mokslinių tyrimų ir plėtros stadijoje, tačiau ir kitoje – susijusioje su patentavimu jau išrastų technologijų. 2010 metais pasauliniu lygiu buvo užpildyta 2560 paraiškų dėl DI technologijų patento gavimo, tuo tarpu 2021 metais buvo užpildyta 141241 paraiškų (Stanfordo Universitetas, 2021). Tačiau užpildyti paraišką dėl technologijos patento gavimo yra tik vienas žingsnis ir tai negarantuoja, kad patentas bus išduotas. Stanfordo Universiteto DI 2022 metų ataskaitos duomenys rodo, kad daugiausiai DI technologijų patento gavimui paraiškas pateikia Kinija, o Europos Sąjungos šalys ir Jungtinė Karalystė - mažiausiai, tačiau peržiūrėjus patento gavimo statistiką pastebima, jog Kinija DI technologijų patentų gauna mažiausiai ir ją lenkia Europos Sąjungos šalys ir Jungtinė Karalystė, o tai rodo, kad pastarojo regiono pateikiamų patentų sėkmingo patvirtinimo reitingas yra aukštesnis. Dėl šių priežasčių šiame darbe bus aptariamas Europos Sąjungos regionas.

Svarbu pastebėti, kad dirbtinio intelekto plėtra priklauso ir nuo verslo bei žmogaus požiūrio. Dirbtinio intelekto technologijos yra kuriamos siekiant palengvinti žmonių gyvenimą perkeltant tam tikrų funkcijų atlikimą mašinoms, kurios gali nepertraukiamai dirbti bei nepavargsta ir taip sumažinant žmogiškosios klaidos riziką. Vertinant iš verslo perspektyvos – dirbtinio intelekto sprendimai atneša pamatuojamą naudą ir nesvarbu, kokioje industrijoje verslas vykdo savo veiklą. Puikus to pavyzdys Wamba-Taguimdje ir kt. (2020) atliktas tyrimas, kuriame išskiriamos DI technologijų naudos įvairiems verslo sektoriams, pvz.: bankui integravus DI sistemas planuojama, kad jo pelnas padidės daugiau nei 10 % nuo integracijos datos. Taip pat verslas sprenddamas ar diegti dirbtinio intelekto sprendimus įmonėje turi įsivertinti to kaštus, kurie susideda iš programinės įrangos pirkimo, diegimo ir palaikymo. Įrangos diegimas gali trukti netgi pusmetį, tad verslas privalo įsivertinti ir tai, kad jam bus reikalingi nauji darbuotojai arba reikės persikirstyti turimus resursus ir galimai stabdyti kitas verslo veiklas.

Tačiau kaip teigia Fatun ir Pazour (2021), tikėtina, kad ateityje dirbtinio intelekto diegimas pakeis funkcijas tų darbuotojų, kurių pagrindinės užduotys susideda iš monotoniško rankinio darbo. Tačiau įmonėms, kurios kuria dirbtinio intelekto sprendimus taip pat reikalingi darbuotojai, tad šios įmonės kuria darbo vietas rinkoje. Tad galima teigti, jog dirbtinio intelekto poveikis darbo rinkos rodikliams nėra vienareikšmis ir reikalaujantis detalesnės analizės.

Tyrimo objektas - dirbtinio intelekto poveikis darbo rinkos rodikliams.

Tyrimo tikslas – įvertinti dirbtinio intelekto poveikį darbo rinkos rodikliams.

Tyrimo uždaviniai:

1. pagrįsti dirbtinio intelekto poveikio darbo rinkos rodikliams tyrimo aktualumą ir problematiką;
2. atlikti mokslinės literatūros analizę siekiant išsiaiškinti dirbtinio intelekto tipus, paplitimą bei jo poveikį darbo rinkos rodikliams;
3. parengti metodologiją dirbtinio intelekto poveikio darbo rinkos rodikliams vertinimui;
4. įvertinti dirbtinio intelekto poveikį ES darbo rinkos rodikliams.

Tyrimo metodai. Tyrimo aktualumui pagrįsti bei teorijai aprašyti buvo naudojama mokslinės literatūros palyginamoji bei statistinė analizė. Empiriniam tyrimui buvo pasitelkti statistiniai duomenys iš duomenų bazių, o jų analizei naudotas ekonometrinis modeliavimas, apimantis koreliacinę analizę, Grangerio priežastingumo testą, autoregresijos paskirstyto vėlinimo (ARDL) bei daugialypę regresijos (DTR) modelius.

1. Dirbtinio intelekto poveikio darbo rinkos rodikliams tyrimo pagrindimas

Viešojoje erdvėje tenka išgirsti, kad naujausios technologijos yra vienas pavojingiausių žmonijos priešų, nes robotai pakeis žmonių darbą ir galiausiai išstobulėjusios technologijos pradės pačios mąstyti ir priimti sprendimus, kurie gali neigiamai paveikti žmonių gyvenimus. Šioje dalyje aptariama DI technologijų ir darbo rinkos tendencijos bei su šiomis sritimis susijusios problemos.

1.1. Dirbtinio intelekto poveikio darbo rinkos rodikliams tyrimo aktualumas

Vykstant sparčiai DI technologijų plėtrai svarbu atsižvelgti, kaip šie procesai paveiks darbo rinką. Darbo rinka yra vienas iš ekonomikos variklių, kurį aktualu stebėti siekiant suprasti tendencijas ir atitinkamai prognozuoti bei imtis reikiamų priemonių siekiant suvaldyti šią sritį. Šioje darbo dalyje analizuojamos DI tendencijos vertinant įvairius šios technologijos rodiklius. Taip pat aptariamos darbo rinkos rodiklių tendencijos.

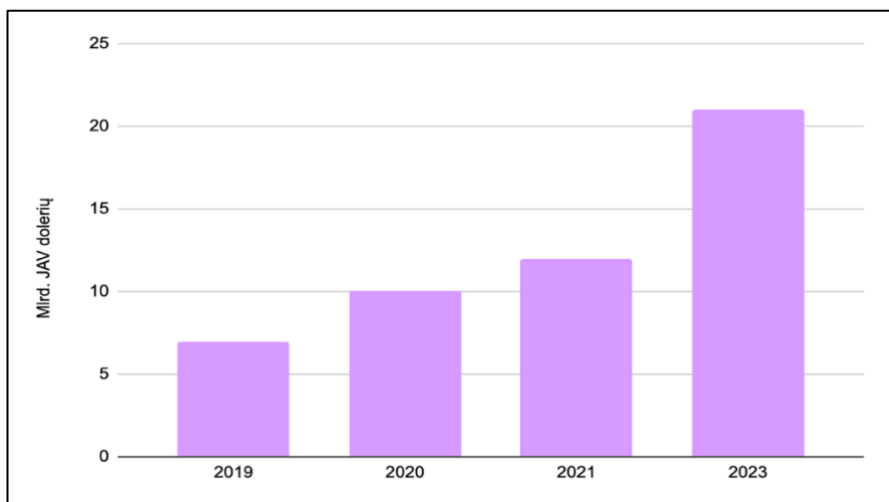
1.1.1. Dirbtinio intelekto rodiklių vertinimo aktualumas

Naujų technologijų vystymosi ir atsiradimo baimė tarp žmonių vyravo jau nuo senų laikų. Kaip rašo Ing ir Grossman (2022), dar 1589 metais, kuomet W. Lee išrado trikotažo ir mezgimo mašiną dirbančioji klasė taip išsigando galimų tokio išradimo padarinių, kad išradėjas sulaukė netgi grasinimų dėl savo gyvybės. Vėliau istorijoje taip pat buvo priešinamasi didesniems technologiniams pasiekimams įvairiuose sektoriuose, o pasipriešinimą skatino baimė netekti pagrindinio pragyvenimo šaltinio - darbe uždirbamų pinigų. Dar vienas pavyzdys - agrokultūros išradimai, tokie kaip traktoriai arba kombainai, kurie pakeitė plūgus ir taip palengvino žmonėms darbą laukuose. Žmonės, kurie su plūgu artų žemei, tapo neberekalingi. Vietoj jų, atsirado poreikis asmenims, gebantiems valdyti traktorių. Taigi, prieiname prie dviejų skirtingų požiūrių į technologijas, kuomet vienas yra tai, jog technologijos atima darbą, o kitas – technologijos skatina keisti kryptį ir kai vieną funkciją pakeičia mašina - atsiranda nauja funkcija, kurią gali atlikti žmogus.

Anksčiau išrastos technologijos dažniausiai pakeisdavo rutinines užduotis tam tikruose sektoriuose. Tačiau vis daugiau atliktų tyrimų rodo, jog dirbtinio intelekto išradimai negana to, kad veiks visus sektorius, tačiau taip pat gali pakeisti darbus tokių pozicijų kaip kredito analitikai, chemijos inžinieriai, epidemiologai, statistikos ir duomenų analitikai ir kt. (Felten ir kt., 2019). Pastaraisiais metais DI technologijos efektyviausiai tobulėja srityse, kuriose nėra rutininių operacijų, tačiau dirbtinis intelektas dar negali pakeisti žmogaus socialinio intelekto ar indukcinio samprotavimo įgūdžių (Georgieff ir Hyee, 2022).

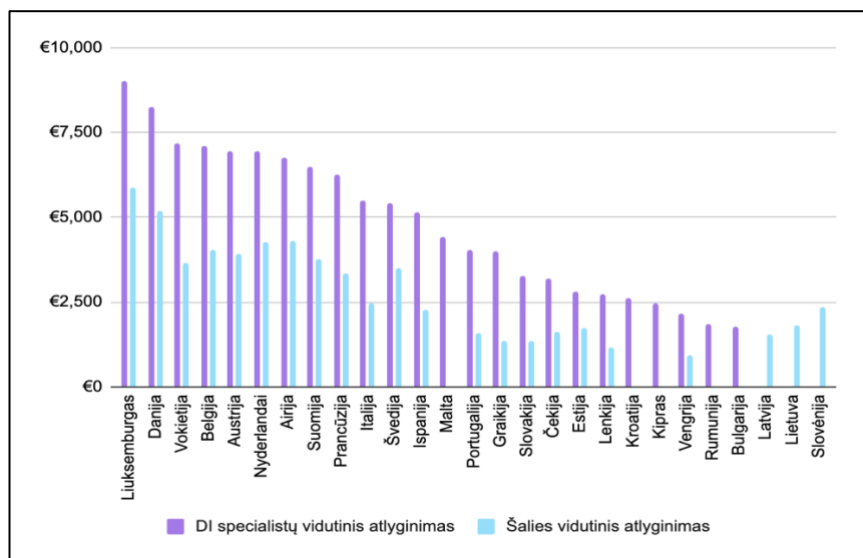
Tyrinėjant pasaulio regionų technologines lenktynes dar nuo WEB1.0 laikų buvo matoma tendencija, kad daugiausiai inovacijų pristato JAV, o paskutiniu metu šią šalį pradėjo vytis Kinija. Lyginant įvairias metrikas, susijusias su dirbtiniu intelektu, taip pat pastebima, jog JAV užima lyderio poziciją, o Kinija ją vejasi aplenkdamą Europą. Tai patvirtina Castro ir McLaughlin (2021) atliktas tyrimas, kuriame remiantis 2020 metų duomenimis autoriai įvertino 30 skirtingų rodiklių tarp kurių buvo vertinama DI specialistų, investicijų, patentų, technologinių sprendimų, komercinio vystymosi, mokslinių tyrimų ir kitos sritys. Išanalizavus visus rodiklius buvo nustatyta, kad aukščiausią vertinimą gauna JAV (44,6), antroje vietoje Kinija (32) ir trečioje vietoje Europos Sąjunga, kurios koeficientas siekė 23,3. Bendras rodiklis nereiškia, kad Kinija visose srityse lenkia Europos Sąjungą, tačiau JAV yra stipri lyderė ir likę regionai norėdami pasivyti, turi pasistengti. Įdomu yra tai, kad Europa panaudoja tik 12 % savo skaitmenizacijos potencialo, kai tuo tarpu JAV panaudoja 18 %

(Bughin ir kt., 2016). Toje pačioje ataskaitoje minima, kad jei Europa padvigubintų savo pastangas susijusias su technologijų vystymu, o įmonės aktyviau diegtų DI technologijas darbo vietose, tuomet produktyvumui įmonėse kylant - regiono BVP nuo 2025 metų galėtų padidėti po 1 % kas metus visą ateinančią dešimtmetį.



1 pav. Europos išlaidos DI technologijoms (Statista.com, 2021)

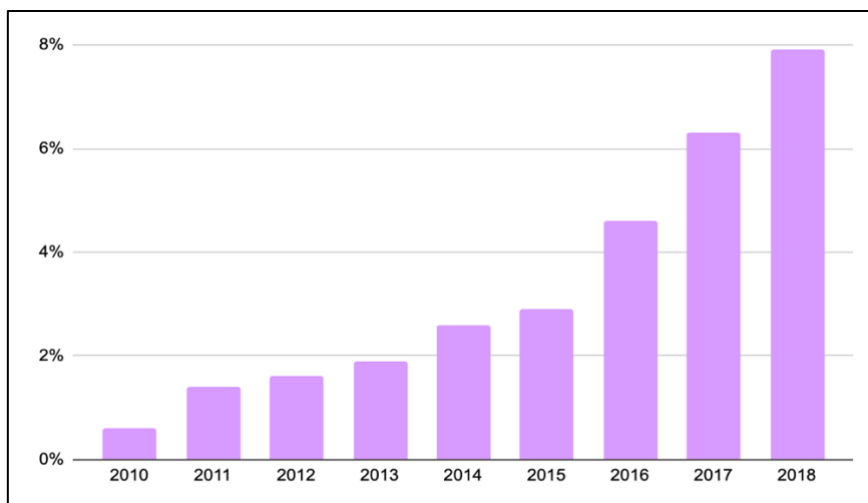
Pagal Statista (2021) pateikiamus duomenis, kurie atvaizduoti 1 lentelėje, matoma, jog regiono išlaidos skirtos DI technologijoms kasmet auga. Tuo remiantis galima daryti prielaidą, jog dirbtinio intelekto tema Europoje tampa vis aktualesnė. 2020 metais su DI susijusios išlaidos paaugo 3 mlrd. JAV dolerių, o 2021 metais augimas buvo šiek tiek mažesnis ir siekė 2 mlrd. JAV dolerių. Tuo tarpu 2023 metais planuojama išleisti 21 mlrd. JAV dolerių, o tai sudaro 42 % sudėjus visų ketverių metų numatomas išlaidas.



2 pav. DI specialistų vidutinis atlyginimas, 2022

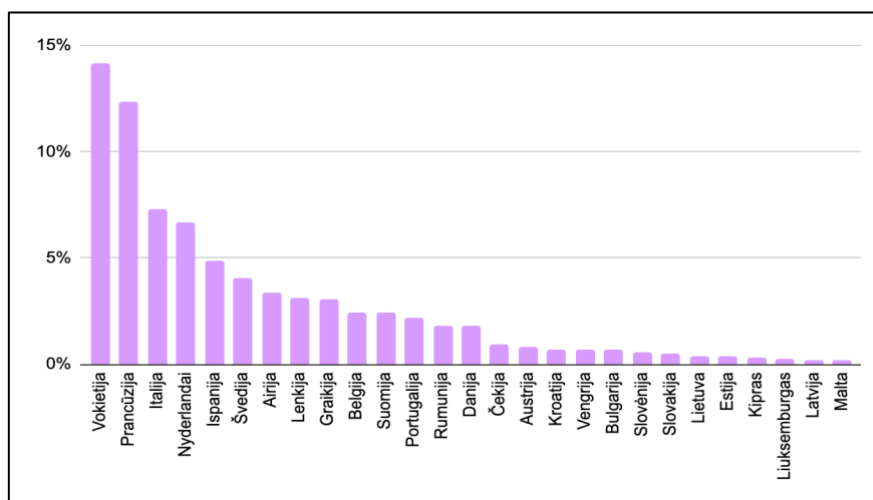
Siekiant įvertinti DI technologijų poveikį darbo rinkos rodikliams ir norint suprasti šios srities potencialą galima palyginti ES šalių vidutinį darbo užmokestį kartu su DI srities specialistų vidutiniu atlyginimu. Pagal 2 paveiksle pateikiamus duomenis matoma, kad daugelyje šalių atlyginimų

skirtumas yra labai aiškus — visose šalyse DI specialistų atlyginimas yra ženkliai aukštesnis palyginus su vidutiniu mėnesiniu darbo užmokesčiu. Vidutinis mėnesio atlyginimas ir DI specialistų vidutinis darbo užmokestis yra aukščiausi Liuksemburge, o antroje vietoje pagal šiuos rodiklius pateikiama Danija. Vidutinis DI specialistų atlyginimas pateikiamas grafike apima įvairių pozicijų tokių kaip - duomenų analitikų, programuotojų ar verslo vystymo specialistų ir įvairaus darbo stažo šios srities specialistų atlyginimus. Ženkliai aukštesni DI srities atlyginimai gali pritraukti daugiau darbuotojų. Kaip teigia Banfi ir Roldan (2018), žmonės yra linkę įsidarbinti į pozicijas, kuriose žadamas didesnis atlyginimas.



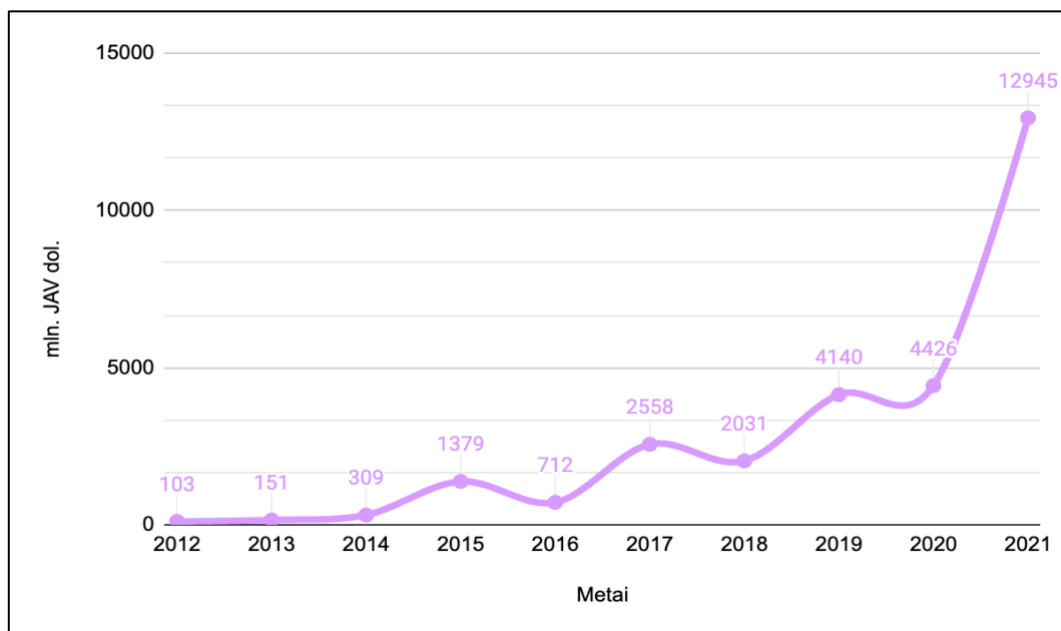
3 pav. DI startuolių pokytis Europoje (Stateofai2019.com, 2019)

Pagal 3 paveikslą pateiktus duomenis matoma, kad dirbtinio intelekto sprendimus kuriančių įmonių skaičius Europos šalyse nuo 2010 metų auga kasmet. Vertinant Europos Sąjungos šalis atskirai, daugiausiai DI technologijas kuriančių startuolių kasmet atidaroma Austrijoje, Danijoje, Suomijoje, Prancūzijoje, Airijoje, Nyderlanduose, Portugalijoje, Ispanijoje, Švedijoje ir Vokietijoje. Besikuriantys nauji dirbtinio intelekto startuoliai sukuria darbo vietas. Aukščiau pateikti duomenys rodo, kad DI rinkoje darbo užmokestis yra ženkliai aukštesnis už vidutinį DU, tad DI technologijų įmonės yra patrauklus darbdavys.



4 pav. DI specialistų pasiskirstymas pagal šalis (LinkedIn, 2022)

Kaip matoma 4 paveiksle, daugiausiai DI intelekto specialistų yra Vokietijoje ir Prancūzijoje, o mažiausias - Maltoje. Specialistų pasiskirstymas geografiškai atitinka DI technologijas kuriančių startuolių pasiskirstymą. Vokietija ir Prancūzija yra šalys pirmaujančios pagal įsteigtų DI technologijas kuriančių startuolių skaičių. Tačiau lyginant DI specialistų darbo užmokesčio (DU) rodiklį matoma, kad Vokietija yra tik trečioje vietoje pagal didžiausią DU šios srities specialistams, tuo tarpu Prancūzija — devintoje vietoje.

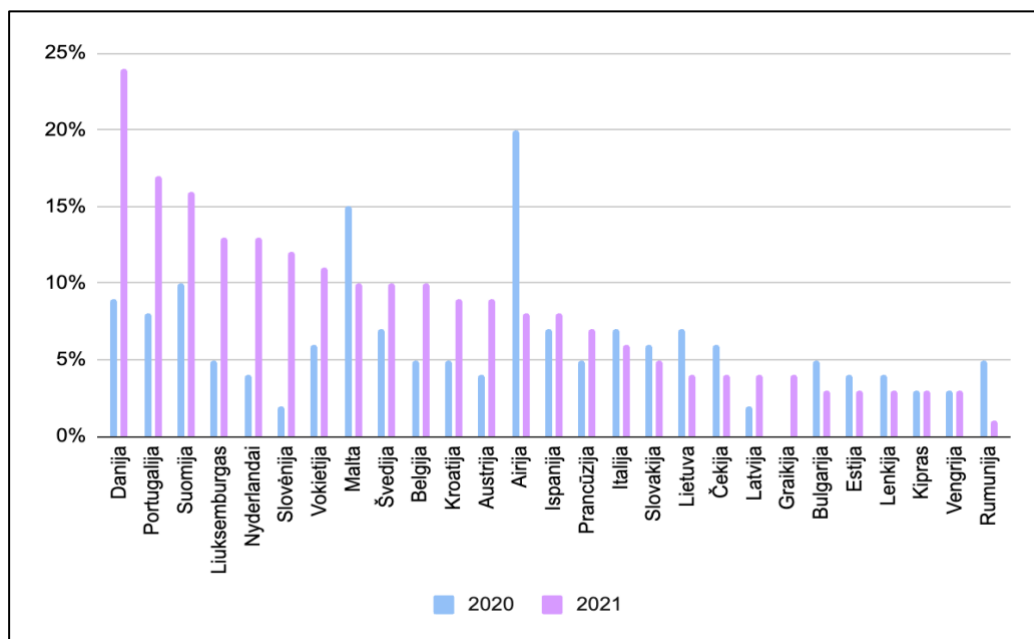


5 pav. ES informatikos mokslų absolventų skaičius tenkantis milijonui gyventojų

DI specialistų pasiskirstymas pagal šalis deja neparodo, ar šios srities specialistų ES regionui užtenka skatinant DI technologijų plėtrą regione. DI specialistų trūkumas gali būti viena iš priežasčių, kodėl šios technologijos integracijos įmonėse vyksta lėtai — jei nėra specialistų mokančių atrasti tinkamiausią technologinį sprendimą įmonei, jį įdiegti bei prižiūrėti, įmonės negali automatizuoti procesų su DI pagalba. Pagal 5 paveikslą matoma, kad ES mažėja bakalauro mokslų diplomą IT srityje gaunančių žmonių. Dėl duomenų trūkumo nebuvo galima detaliau išskaidyti IT srities specialistų, tačiau į šią kategoriją patenka ir DI profesionalai. Tai gali reikšti, kad darbo rinkoje mažėja IT specialistų pasiūla. Tačiau vis daugiau įmonių siūlo galimybes persikvalifikuoti į IT sritį be universiteto įsikišimo, užtenka baigti specialius kelių mėnesių kursus. Norint pamatyti pilną specialistų skaičiaus pokyčio vaizdą reikėtų įvertinti ir paminėtus kursus, kurie nesuteikia universitetinio išsilavinimo.

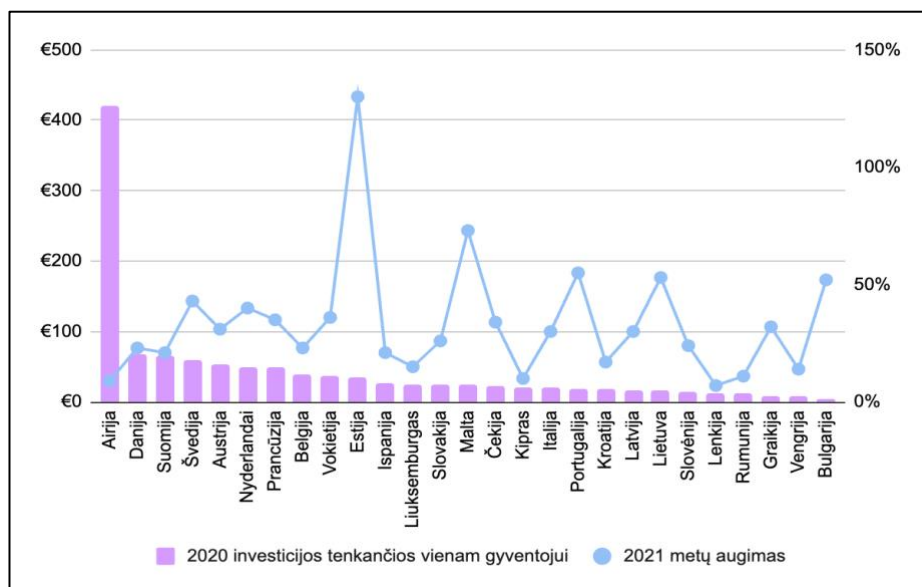
Įvairiuose atliktuose tyrimuose taip pat minima, jog DI technologijų diegimą įmonėse stabdo šioje srityje kvalifikuotų darbuotojų trūkumas (Brock ir Wangenheim (2019), Alshahrani ir kt. (2022)). Hoffmann ir Nurski (2021) teigia, kad 74 % įmonių, kurios neturi įsidiegusios DI sprendimų, specializuotų darbuotojų trūkumą įvardina kaip vieną iš pagrindinių priežasčių, kurios stabdo nuo DI technologijų įsidiegimo. Nors DI technologijos skirtos sumažinti operacinius ir kapitalo kaštus bei pasiekti optimaliausius įmanomus strateginius verslo tikslus, tokius kaip patobulinti paslaugų kokybę ar produktyvumą (Wirtz, 2019), tačiau būtina gerai apskaičiuoti ir įvertinti tokios sistemos diegimą. Kiekvienam verslui gali būti reikalingi skirtingi technologiniai sprendimai, o įsidiegus netinkamus ir nemokant vėliau sistemos valdyti, verslas gali patirti nuostolius. Tad itin svarbu turėti specialistus,

kurie išmano DI technologijų sritį ir gali tinkamai įvertinti, kokio sprendimo reikia įmonės procesų optimizavimui ir vėliau gebėti sistemą valdyti bei pritaikyti besikeičiant aplinkybėms ar įmonės poreikiams.



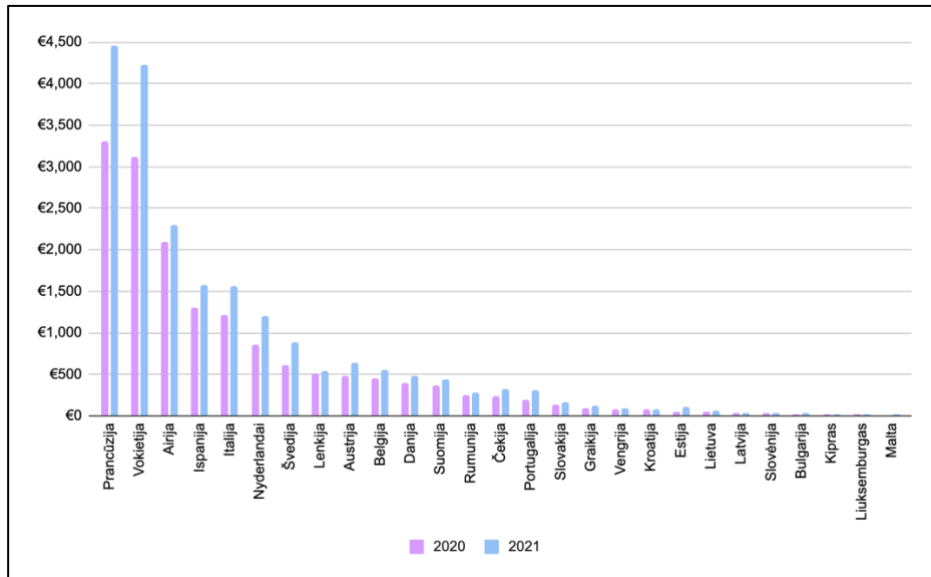
6 pav. Įmonės naudojančios DI technologijas (Eurostat, 2022)

Europos Sąjungoje išsamiau tirti ir rinkti duomenis apie DI sprendimų integraciją įmonėse pradėta tik 2020 metais, tad kol kas yra surinkta tik dvejų metų statistika. Eurostat 2020 ir 2021 metais vykdė visuomenės apklausą apie informacinių technologijų naudojimą verslo įmonėse. Vienas iš aspektų analizuotų šiose apklausose buvo susijęs su DI naudojimu verslo įmonėse. Dirbtinio intelekto technologijų adaptacija taip pat yra svarbus rodiklis, kuris parodo DI sprendimų paklausą. Jeigu daugėja įmonių, kurios diegiasi DI technologijas ir taip tobulina savo verslo procesus, tai parodo, kad šio tipo technologijų poreikis auga, o tai gali skatinti ir DI technologijų paklausą. 6 paveiksle parodoma, kad palyginus 2020 ir 2021 metų duomenis pagal tai, kokia dalis įmonių diegiasi DI sprendimus vidinių procesų valdymui. Šiek tiek daugiau nei 55 % ES šalių DI technologijų integracija augo 2021 metais, palyginus su ankstesniu laikotarpiu. Tuo tarpu 37 % regiono šalių rodiklis sumažėjo, o Kipre ir Vengrijoje DI sprendimus įsidiegusių įmonių lygis per nurodytą laikotarpį nepakito. Šį rodiklį vertinti vienareikšmiškai negalime, kadangi Eurostat pateikiamuose duomenyse yra apklausta skirtingas skaičius įmonių.



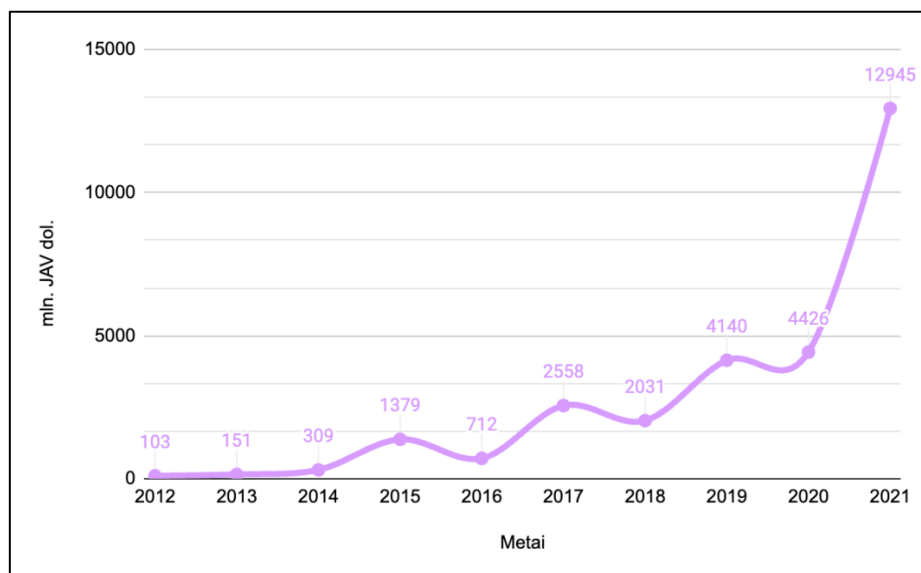
7 pav. 2020 m. DI investicijos tenkančios vienam gyventojui ir 2021 pokytis

Lyginant DI investicijų tenkančių vienam gyventojui ES šalyse pokytį 2020-2021 metų laikotarpiu (žr. 7 pav.) pastebima, kad visais metais regione investicijų, tenkančių vienam gyventojui, kiekis augo. Didžiausias augimas matomas Estijoje - čia DI investicijos tenkančios vienam gyventojui 2020 metais siekė 34 EUR, tuo tarpu jau po metų išaugo iki 78 EUR. Žemiausias augimas pastebimas Lenkijoje, šioje šalyje pokytis siekė vos 7 %.



8 pav. DI investicijos EU šalyse, 2020-2021 m.

Vertinant kiekvienos Europos Sąjungos šalies investicijas į DI technologijas, pateiktas 8 paveiksle, pastebėta, kad visose šalyse 2021 m. investicijos buvo didesnės palyginus su 2020 metais, o daugiausiai pinigų į šios srities technologijas investavo Prancūzija, Vokietija ir Airija. Šių trijų šalių bendros investicijos 2021 metais sudarė net 53% visų ES šalių investicijų.



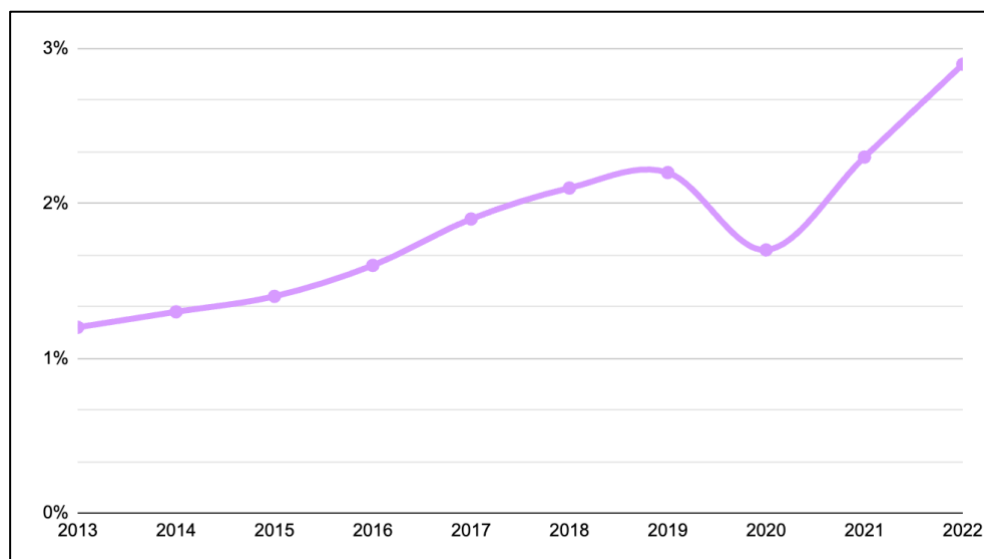
9 pav. DI investicijos EU regione per metus, mln. JAV dol.

Apžvelgiant DI technologijų augimą laike, vienas iš naudingų rodiklių yra rizikos kapitalo investicijos į šią technologiją. Rizikos kapitalas yra vienas iš rizikingiausių būdų investuoti, tad šis rodiklis parodo, ar yra susidomėjimas šia technologija ir jos technologinį potencialą, kadangi rizikos fondų investuotojai renkasi naujas, besikuriančias įmones ir investuoja į aukštą potencialą turinčias idėjas. Pagal 9 paveiksle pateiktus duomenis pastebėta, kad rizikos kapitalo investicijos nuo 2012 iki 2018 metų regione svyravo, tuo tarpu didžiausias investicijų augimas buvo 2021 metais, kuomet investicijos palyginus su ankstesniais metais paaugo šiek tiek daugiau nei 8 mln. JAV dolerių. Remiantis šiame skyriuje paminėtais rodikliais ir jų tendencijomis galime daryti prielaidą, jog susidomėjimas DI technologijomis auga.

1.1.2. Darbo rinkos rodiklių vertinimo aktualumas

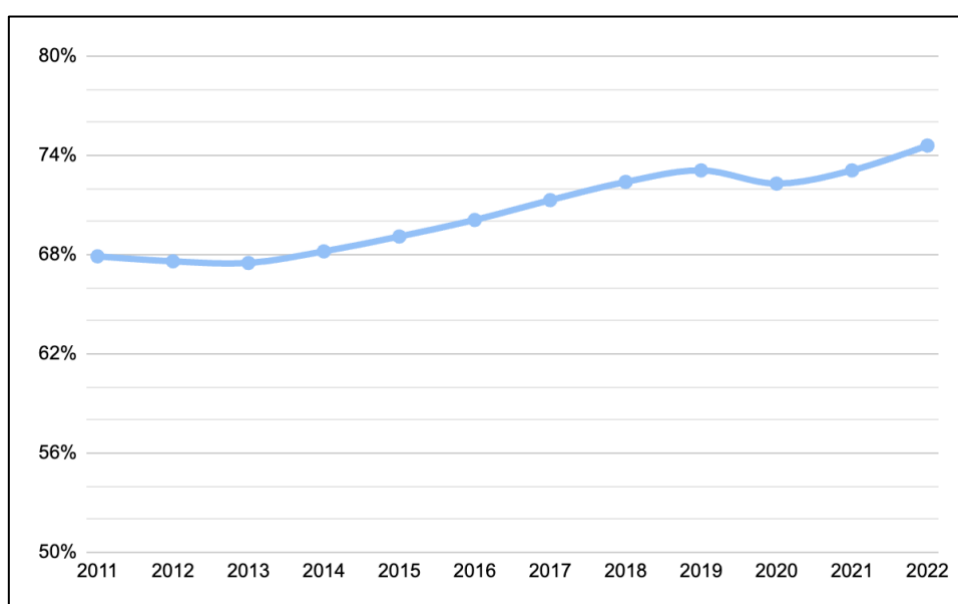
Stebint DI rinkos tendencijas, tokias kaip, augančios investicijos, šių technologijų specialistų atlyginimams esant didesniems nei vidutinis darbo užmokestis šalyje, galima pastebėti, jog vis dažniau yra kalbama apie tai, jog DI technologijos atims darbo vietas iš žmonių. Todėl gali padidėti nedarbo lygis, išsivyrati atskirtis tarp įvairių sričių specialistų. Dėl šių priežasčių svarbu įvertinti, kaip šios technologijos gali paveikti darbo rinkos rodiklius.

Vertinant darbo rinką yra pasitelkiami įvairūs, skirtingai grupuojami rodikliai, siekiant teisingai interpretuoti turimus duomenis ir remiantis jais priimti atitinkamus sprendimus. Kiekviena šalis arba organizacija darbo rinkos rodiklius pasirenka pagal savo poreikius, priklausomai nuo to, koks yra šios rinkos stebėjimo tikslas. Lietuvoje siekiant vertinti gyvenimo kokybę yra išskiriami du su darbo rinka susiję rodikliai. Tuo tarpu Jungtinės Tautos vykdydamos Darnaus vystymosi programos tikslus, kurių vienas yra skatinti darbų ekonomikos augimą bei galimybę įsidarbinti ir gauti deramą darbą, išskiria 16 rodiklių. Tarptautinė darbo organizacija užsiimdama detalesniais rinkos tyrimais nuolat atnauja savo sukurta vertinamų rodiklių sąrašą, kurį iki 2023 metų sudarė 17 pagrindinių rodiklių. Lietuvos statistikos departamentas vertindamas šalies ekonomiką išskirtinį dėmesį skiria 6 darbo rinkos rodikliams. Europos centrinis bankas išskiria 4 rodiklius, kurie yra rekomenduojami visoms bendrijos šalims siekiant įvertinti Europos darbo rinką.



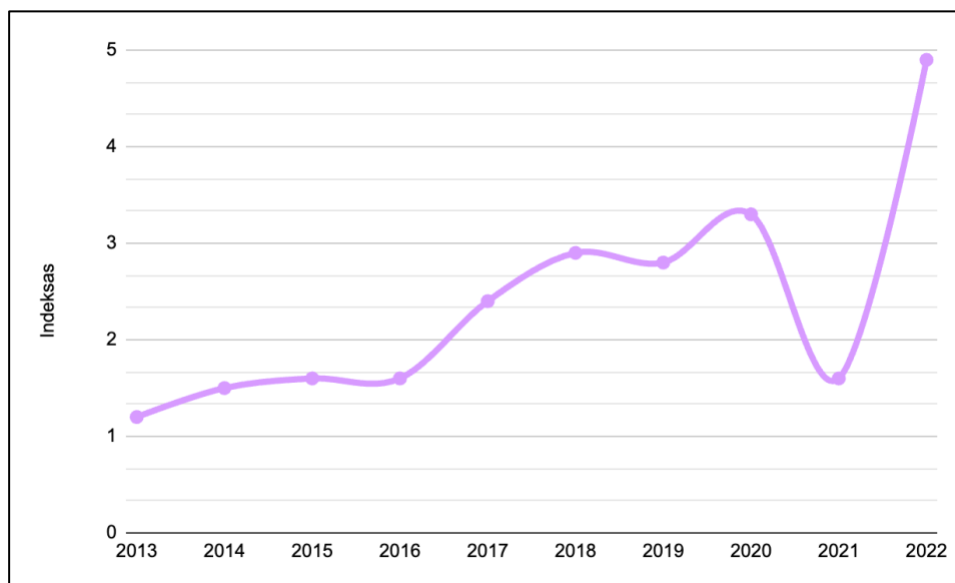
10 pav. Laisvų darbo vietų lygis Europos Sąjungoje (Eurostat, 2023)

Kaip pavaizduota 10 paveiksle, laisvų darbo vietų lygis nuo 2013 iki 2020 metų po truputį augo, o tai gali reikšti, kad buvo sukuriama daugiau darbo vietų. Norint teisingai vertinti šį pokytį reikėtų įvertinti nedarbo lygį, kadangi laisvų darbo vietų skaičiaus augimą gali įtakoti ir didėjantis nedarbo lygis. Tačiau laisvų darbo vietų skaičius ženkliai nukrito 2020 metais. Tuo metu pasaulį sukrėtė COVID-19 pandemija, dėl kurios kai kurie verslai turėjo užsidaryti arba prisitaikant prie aplinkybių šiek tiek pakeisti verslo veikimą, pvz.: maisto įstaigos turėjo suteikti pristatymo paslaugą į namus. Tačiau kai kuriems verslams ši pandemija kaip tik pagerino rodiklius ir skatino naujų darbo vietų kūrimą. Verslai, kurie užsiima maisto prekių pristatymu į namus, internetine prekyba, paštomatų paslauga ar internetinių svetainių kūrimo paslauga stebėjo pajamų pandemijos laikotarpiu augimą (Verslo žinios, 2020). Tuo tarpu 2021 metais laisvų darbo vietų rodiklis 0,01 dalimi buvo aukštesnis palyginus su 2019 metais ir toliau auga. Tai gali reikšti, kad rinka per metus laiko ne tik stabilizavosi, bet ir pradėjo dar stipriau augti.



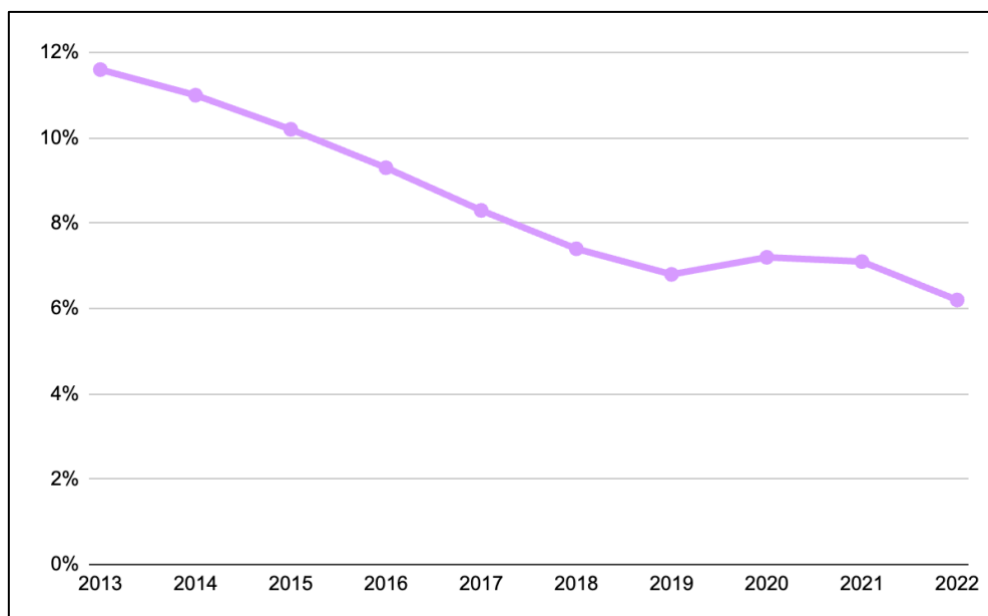
11 pav. Užimtumo lygis Europos Sąjungoje (Eurostat, 2023)

Vertinant užimtumo lygio rodiklį, kuris pateikiamas 11 paveiksle, matoma, kad šis rodiklis svyravo ganėtinai neženkiai, o 2020 metais, lyginant su 2019 metais, buvo nukritęs, tačiau reikšmė išliko aukštesnė palyginus su 2013-2017 metų laikotarpiu.



12 pav. Darbo sąnaudų pokyčiai Europos Sąjungoje (Eurostat, 2023)

12 paveiksle pateikta statistika rodo, kad nuo 2013 iki 2015 metų darbo sąnaudų rodiklis kilo, o 2016 bei 2019 metais darbo sąnaudų pokytis nukrito. Tačiau didžiausias pokyčio kritimas pastebėtas 2021 metais. Vertinant darbo našumo pokytį sezoniškumas yra pašalintas, o rodiklio kritimui įtakos galėjo turėti Covid-19 pandemija.



13 pav. Nedarbo lygis Europos Sąjungoje (Eurostat, 2023)

Vertinant nedarbo lygį Europos Sąjungoje matoma, kad nuo 2013 iki 2019 metų jis mažėjo, tačiau 2020 metais šis rodiklis padidėjo nuo 6,8 % iki 7,2 %, nors iki tol kasmet mažėjo vidutiniškai vienu procentiniu punktu. Tokiam 2020 metų pokyčiui įtakos galėjo turėti Covid-19 pandemija, kurios metu

darbingo amžiaus žmonės neteko darbo. Tik 2022 metais rodiklis tapo mažesniu palyginus su 2019 metais. Nedarbo lygio mažėjimas yra teigiamas procesas, kadangi už darbą gaunamas atlyginimas, kuris padeda gerinti gyvenimo kokybę bei prisideda prie šalies BVP augimo. Tiesa, mažėjantis nedarbas gali kelti iššūkių įmonių vadovams, samdantiems darbuotojus, kadangi darbuotojų pasiūla mažėja dėl augančio dirbančiųjų skaičiaus.

Apibendrinant galima teigti, jog DI technologijų populiarumo spartus augimas bei darbo rinkos rodiklių nepastovumas skatina domėtis kaip šios technologijos veikia darbo rinkos rodiklius.

1.2. Dirbtinio intelekto poveikio darbo rinkos rodikliams vertinimo problematika

Mokslinėje literatūroje pateikiama daug straipsnių susijusių su DI technologijomis ir jų poveikiu įvairioms sritims. Ekonomikos sritis bei DI poveikis jai taip pat plačiai aptariama tema.

1 lentelė. Moksliniuose straipsniuose analizuojami DI poveikio ekonomikai ir darbo rinkai atvejai

Autorius	Poveikis	Priežastys
Au-Yong-Oliveira , Canastro, Oliveira, Tomás, Amorim, Moreira (2019)	DI technologijų vystymasis labiau paveiks išsilavinimą turinčius žmones.	Nekvalifikuota darbo jėga yra pigi ir pakeisti ją technologijomis yra per brangu.
Gries, Naude (2020)	DI gali daryti neigiamą įtaką šalies BVP.	Jeigu DI pažanga stipriai augs, o DI ir darbo vietų pasikeitimas bus pakankamai elastingas, tuomet DI poveikis, didinantis nelygybę ir mažinantis paklausą, tampa dominuojančiu, todėl tikėtina, kad BVP augimas sulėtės, net jei DI pažanga sukels teigiamą technologijų šoką.
Zhu, Zhang, Feng (2022)	DI sukelia neigiamą poveikį Kinijos ekonomikai, nes didina šalies skolą.	Kinijos valdžia griežtai reguliuoja biudžetą, tad įdėtos pastangos dėl DI tobulinimo ir plėtros gali likti nepanaudotos
Bessen (2019)	Produktyvumą skatinančios technologijos teigiamai paveiks įdarbinimo lygį, jei produkto paklausa bus pakankamai lanksti.	Jei DI diegiamas persisotinusiame rinkoje, tuomet nauji produktai nebus sukuriami ir bus prarandamos darbo vietos.
Webb (2020)	Žemas ir labai aukštas pajamas gaunantys darbuotojai nerizikuoja prarasti darbo dėl DI diegimo. Vyrams yra didesnė rizika prarasti darbą dėl DI diegimo nei moterims.	DI labiausiai išvystytas atpažįstant modelius, priimant sprendimus ar optimizuojant procesus – tai darbai, kuriuos dažniausiai atlieka vidutinės pajamas gaunantys žmonės. Moterys dažniau dirba srityse, kuriose reikalingi socialinio intelekto įgūdžiai
McKinsey (2017)	DI padidina produktyvumą 20 %. DI gerina vartotojo patirtį (angl. User experience) medicinos sektoriuje ir padeda sumažinti išlaidas skirtas sveikatos gydymui nuo 5 % iki 9 % per metus.	Robotai dirba efektyviau nei žmogus, o tai didina produktyvumą. Personalizuota vartotojo patirtis rekomenduoja vartotojui tinkamu metu išgerti vaistus.
Acemoglu ir kt. (2021)	JAV matomas reikšmingas DI specialistų poreikio augimas. Taip pat JAV įmonėse suintegruvus DI technologijas mažėja ne DI specialistų samdymas.	Suintegruvus DI sistemą įmonėse auga poreikis tokių sistemų priežiūrai bei mažėja darbų, nesusijusių su DI valdymu.
Genz ir kt. (2021)	Paslaugų sektoriaus darbuotojai uždirbs daugiau ir turės stabilesnę darbo vietą negu gamybos sektoriaus darbuotojai.	Gamybos sektoriuje diegiamos technologijos, kurios pakeičia žmogaus darbą, tuo tarpu paslaugų sektoriuje DI

		technologijos padeda žmogui atlikti darbą efektyviau, bet žmogaus nepašalina.
Mutascu (2021)	DI technologijos gali paveikti nedarbo lygį teigiamai arba neturėti jokio poveikio.	Nustatytas netiesinis ryšys tarp DI išduodamų patentų bei nedarbo lygio. Tyrime analizuojamas infliacijos poveikis šių rodiklių ryšiui ir nustatyta, jog esant žemam infliacijos lygiui DI plėtra skatina užimtumą, tačiau jeigu infliacijos lygis aukštas, tuomet DI patentų skaičius neturi poveikio nedarbo lygiui.
Damioli G., ir kt. (2021)	DI technologijų įsidiegame mažesnėse įmonėse teigiamai veikia produktyvumo lygį, tačiau didelių įmonių produktyvumo šios technologijos neskatina.	Pastebėta, kad ryškesnis DI poveikis produktyvumui atsirado nuo 2009 metų, iki tol šios technologijos neturėjo poveikio produktyvumui, kadangi trūko žinių apie DI naudojimą. Taip pat pastebėta, kad produktyvumas padidėja paslaugų sektoriuje, kuriame vyrauja mažo arba vidutinio dydžio įmonės.

1 lentelėje pateikiama susisteminta informacija apie moksliniuose straipsniuose analizuojamą DI poveikį ekonomikai ir darbo rinkai. Viena iš dažniausiai analizuojamų temų - DI poveikis darbo vietoms ir ar automatizacija pakeis žmogaus darbą. Analizuojant literatūrą, kuri tiria DI poveikį ekonomikai ir darbo rinkos rodikliams pastebėta tendencija, kad dažniausiai tiriamos rinkos yra JAV ir Kinija. Europoje analizuojamos pavienės šalys arba, jei literatūroje minima Europa, tuomet išskiriamos didžiosios šalys, tokios kaip Vokietija, Prancūzija, Danija ir Nyderlandai, tačiau nepateikiami duomenys apie kiekvieną Europos šalį individualiai.

DI tema įgauna pagreitį ir yra aktuali, kadangi spaudoje paskelbiama vis daugiau naujienų tokių kaip Microsoft antras brangiausias sandoris, tai medicinos DI technologiją sukūrusi kompanija Nuance, kurio vertė siekė net 19,7 mlrd. JAV dolerių. DI temos aktualumas pastebimas ir iš skaičių, kurie rodo, kad įmonių susijusių su DI skaičius didėja, kadangi Crunchbase duomenimis 2021 metų rugsėjo mėnesį tokių įmonių buvo 27900, tuo tarpu 2022 metų gruodžio mėnesį šis skaičius siekia 35658. Kol kas vos keli straipsniai nagrinėja DI technologijas kuriančius startuolius, tačiau tai yra svarbi tema, kadangi šių įmonių kuriamos technologijos gali paveikti kitas įmones, sumažinant pastarųjų įmonių paklausą. Kiekvienai rinkai taikomi atskiri pavyzdžiai, tačiau DI technologiją kuriantis startuolis gali tapti konkurentu ne tik pavieniams darbuotojams, tačiau ir visai įmonei. Vienas iš to pavyzdžių gali būti bendrovė, kuri sukuria technologiją, leidžiančią automatizuoti klientų skambučius ir žinutes. Tokiu atveju kyla rizika darbą prarasti ne tik klientų aptarnavimo departamente dirbantiems žmonėms, tačiau savo verslą gali tekti uždaryti ir skambučių centrams, kurie siūlo klientų aptarnavimo telefonu paslaugą, o šį darbą tokioje įmonėje atlieka žmonės (Weber ir kt., 2021). Deja, nepavyko rasti daugiau mokslinių straipsnių, kurie nagrinėtų DI technologijas kuriančių startuolių poveikį ekonomikai arba darbo rinkos rodikliams.

Moksliniuose straipsniuose tiriamą DI technologijų poveikį ekonomikai galima suskirstyti į kelias didesnes grupes:

- DI poveikis darbo vietų nykimui ir kūrimuisi;
- DI poveikis produktyvumui;
- DI poveikis makroekonominiams rodikliams;

– DI poveikis atlyginimui.

Mokslinėje literatūroje DI technologijų poveikis darbo vietų pasiūlai vertinamas labai skirtingai. Brougham ir Haar (2020) teigia, kad ketvirtosios pramonės revoliucijos technologijos gali pakeisti net 75 % darbo vietų Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacijos šalyse. Tuo tarpu Au-Yong-Oliveir ir kt. (2019) savo tyrime išskiria, kad DI technologijų plėtra skirtingai paveiks įvairias darbuotojų grupes priklausomai nuo jų išsilavinimo. Nekvalifikuotą darbą dirbančių žmonių DI technologijos nepaveiks, kadangi ši darbo jėga yra pakankamai pigi ir ją pakeisti technologijomis yra tiesiog per brangu, tačiau padaugėjus nekvalifikuoto darbo vietų skaičiui ir sumažėjus kvalifikuoto – augs atskirtis tarp šių žmonių socialinių grupių ir darbo pasiūlos nelygybė. Bessen (2019) analizuoja tik interneto technologijų rinką ir DI poveikį darbo vietoms šiame sektoriuje. Autorius gilinasi į produkto paklausos poveikį darbo vietoms ir teigia, kad jeigu DI technologijos bus diegiamos persotintoje rinkoje, tuomet toje rinkoje galima tikėtis darbo praradimo, nes nebus galima sukurti naujų produktų dėl per didelės konkurencijos. Tačiau jei DI technologijas rinksis sektoriai, kuriuose produkto paklausa yra elastinga, tuomet šios technologijos padės kurti naujas darbo vietas, o naujos darbo vietos sukurs naujus produktus. Kaip teigia Acemoglu ir kt. (2022), nuo 2015 metų buvo pastebimas darbo vietų pasiūlos DI specialistams augimas bei besikeičiantys reikalavimai, nes mažėjo darbo skelbimų, kuriuose reikalaujama turėti įgūdžius, kuriuos šiuo metu gali pakeisti DI technologijos. Tačiau išaugo darbo pasiūlymų, kuriuose ieškoma naujų, prieš tai rečiau matytų įgūdžių. Tie patys tyrėjai pastebėjo, kad per pastarąjį dešimtmetį JAV sumažėjo darbo pasiūlymų, kurie nėra susiję su DI technologijomis ir jų skaičiavimais šis pokytis yra statistiškai reikšmingas, tačiau vertinant tam tikros industrijos lygiu, DI plėtra neturi įtakos darbo pasiūlai ar atlyginimui. Webb (2020) išskiria penkias specialybes, kurios yra pažeidžiamiausios dėl DI plėtros. Šios pozicijos yra klinikų laboratorijų technologai, chemijos inžinieriai, optometristai, elektrinių operatoriai ir dispečeriai. O mažiausiai pažeidžiamos profesijos yra: universitetų profesoriai, maisto gamyboje dirbantys asmenys bei pašto siuntų išvežiotojai. Svarbu įvertinti tai, kad skirtingos technologijos gali veikti skirtingų profesijų specialistus. Robotų diegimas gamyboje daro didelę neigiamą įtaką darbo vietų kūrimui, kadangi industriniai robotai perima žmogaus veiklą, tuo tarpu DI technologijos dažnai papildo žmogaus darbą ir perima tik dalį užduočių (Genz, 2021).

Toliau analizuojant mikroekonominis rodiklius, kurie galioja įmonės lygyje, pastebėta, jog DI technologijos skatina produktyvumą (McKinsey, 2017). Autoriai analizuoja įvairias rinkas, tokias kaip gamyba, mažmeninė prekyba, sveikatos apsauga, išsilavinimas ir kt. Kiekvieną rinką DI technologijos paveikia skirtingai priklausomai nuo diegiamų technologijų specifikos. Įdomu yra tai, kad sveikatos apsaugos srityje slaugytojų produktyvumas gali padidėti nuo 30 % iki 50 %, jei jos naudos DI sukurtas technologijas padedančias atlikti slaugytojų darbo funkcijas. DI technologijas palyginus su senesnėmis technologijomis matoma, kad DI sprendimai gali sutaupyti laiko, išlaidų ir padidinti efektyvumą, o tai teigiamai veikia darbuotojų produktyvumą (Aly, 2020).

Mikroekonominiai rodikliai įmonės viduje gali daryti įtaką makroekonominiams šalies rodikliams. Jei įmonėje didėja produktyvumas, galima tikėtis, jog pagaminama ir parduodama daugiau prekių ir paslaugų, o tai skatina BVP augimą. Kaip teigia Sabbagh ir kt. (2013), skaitmenizacijos lygio paaugimas 10 % skatina BVP vienam gyventojui augimą net 0,75 %. Toliau galima giliau pažvelgti į DI poveikį BVP ir šalies biudžetui. Gries ir Naude (2020) teigia, kad jeigu sparčiai plečiantis DI technologijoms darbas taps elastingu ir kis priešingai, tuomet BVP bus veikiamas neigiamai. Kadangi rinkoje pastebima, jog darbo jėgos dalis bendrame BVP mažėja, o DI gali būti traktuojamas kaip kapitalas, tad išauga tikimybė, jog kapitalo dalis BVP sudėtyje užims vis didesnę dalį, kai tuo tarpu

darbo jėgos dalis dėl kapitalo augimo mažės (Agrawal ir kt. (2018)). Šie rezultatai rodo, kad nėra vienareikšmio atsakymo, kaip DI technologijos paveiks šalies BVP, tačiau vertinant atskirus regionus buvo nustatyta, kad DI gali neigiamai paveikti Kinijos ekonomiką, kadangi šalyje yra itin griežtai reguliuojamas biudžetas. Dėl to Zhu ir kt. (2022) pastebėjo, kad palengvinus griežtas biudžeto valdymo taisykles, DI technologijų augimas turėtų teigiamą įtaką šalies ekonomikai. Neigiamą DI poveikį Kinijos ekonomikai galima sumažinti padidinus išlaidas įdarbinimo skatinimui, tačiau padidinus išlaidas reikia nebijoti skolintis. Šiuo atveju agresyvesnis skolinimasis Kinijos ekonomikai padėtų išvengti neigiamo poveikio, kurį gali sukelti DI technologijų plėtra.

Išanalizavus mokslinius straipsnius pastebėta, jog DI technologijos gali teigiamai paveikti produktyvumo lygį ir BVP bei sukurti naujas darbo vietas, kurios reikalauja kitokių įgūdžių nei iki šiol. Tačiau pastebima, kad šių technologijų plėtra kelia riziką tam tikrų sričių specialistams, bet tai nepaveiks darbo pasiūlos ir atlyginimų lygio. Kai kurie tyrimai rodo, kad DI taip pat gali padidinti darbo pasiūlos nelygybę bei šalies skolą. Išanalizavus mokslinius straipsnius pastebėta, jog trūksta tyrimų, kurie analizuotų DI technologijų poveikį Europos darbo rinkai, tad tyrime bus atsižvelgiama į šį regioną. Taip pat bus vertinami ne tik paminėtų tyrėjų analizuoti rodikliai, tokie kaip investicijos ir DI specialistų lygis, tačiau ir įmonių, įsidiegusių DI lygis, DI kursų pasiūla, programuotojų įsitraukimas į DI projektus, DI mokslinių straipsnių pasiūla, naujų DI startuolių skaičius. Tyrimų, vertinančių šių rodiklių poveikį darbo rinkos rodikliams, rasti nepavyko.

2. Dirbtinio intelekto poveikio darbo rinkos rodikliams teoriniai aspektai

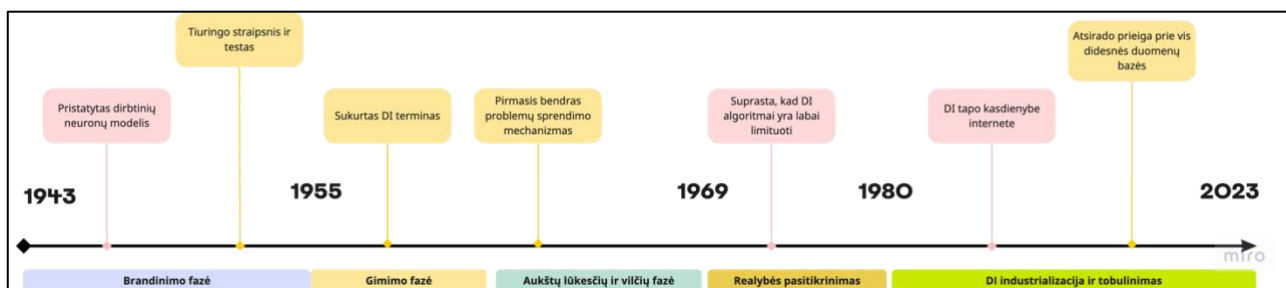
Pasaulio ekonomikos forumo 2018 metais išleistoje ataskaitoje teigiama, kad DI technologijų vystymasis paskatins naujų, iki šiol neegzistavusių, darbo vietų sukūrimą, tačiau taip pat teigiama, kad išnyks apie 75 milijonai darbo vietų, kurios bus pakeistos DI technologijomis. Dėl šių priežasčių toliau šioje tyrimo dalyje bus analizuojami moksliniai straipsniai bei informacijos šaltiniai siekiant išsiaiškinti dirbtinio intelekto tipus, paplitimą bei jo poveikį darbo rinkos rodikliams.

2.1. Dirbtinio intelekto vaidmuo 21 amžiuje

DI technologijų terminas buvo suformuotas prieš daugiau nei 70 metų, tačiau iki šiol nėra vieningo apibrėžimo, kas yra ši technologija. Šioje dalyje apžvelgiama DI sąvoka, vystymosi eiga, plėtros vystymasis.

2.1.1. Dirbtinio intelekto samprata ir plėtra

Su DI technologijomis visuomenė susiduria kartais to net neįsąmonindama. Įmonėse šios technologijos diegiamos siekiant padidinti našumą ir išvengti žmoniškųjų klaidų. Tuo tarpu kasdieniame gyvenime mums nereikia sukti galvos, kokios muzikos klausyti arba kokį filmą žiūrėti, nes tokių platformų kaip „Netflix“ arba „Spotify“ algoritmai pasiūlys turinį pagal tai, ką dažniausiai klausome ar žiūrime. Tokie algoritmai yra geras būdas pritraukti vartotoją ir jį sudominant tik jam įdomiu turiniu. Taip pat itin populiarus DI sprendimas naudojamas „Apple“ įrenginių turėtojų, tai 2011 metais išleistas virtualus asistentas, kuris reaguoja į žmogaus balso komandas ir pagal tai pateikia informaciją arba atlieka veiksmus, kurie gali būti susiję su kitais įrenginiais. Šis robotas buvo vienas iš didžiausių DI technologijų proveržių žmogaus kasdienybėje, sulaukęs itin didelio dėmesio ir iki šiol aktyviai naudojamas bei tobulinamas.



14 pav. DI vystymasis

Žvelgiant į DI technologijų vystymąsi, kuris pateiktas 14 paveiksle, matoma, kad šios technologijos pradžia siekia 1950 metus, kuomet A. M. Turing išleido straipsnį, kuriame autorius uždavė esminį klausimą: „Ar mašinos gali mąstyti“. Šiame straipsnyje autorius gilinosi į tai, jog žmogus atranda informaciją siekdamas priimti tam tikrus sprendimus ir mašinos taip pat turėtų galėti tai padaryti. Autorius analizavo mašinų galimybę turėti intelektą ir aiškinosi, kaip pamatuoti tokį intelektą. A. M. Turing išgarsėjo sukurtu sprendimu, kuris leido pamatuoti mašinos intelektą, tai autoriaus sukurtas Tiuringo testas. Šis testas vykdomas, kuomet patalpoje yra vienintelis žmogus, kuris uždavinėja klausimus kitoje patalpoje esantiems pašnekovams, iš kurių vienas yra žmogus, o kitas mašina. Klausimus užduodantis asmuo nežino, kuris pašnekovas yra mašina. Jeigu klausiantysis negali nustatyti, kuris pašnekovas yra mašina, tuomet laikoma, kad mašina išlaikė testą ir jos intelektas siekia žmogaus lygio intelektą (Schwaninger, 2022). Po šešerių metų nuo A. M. Turing išleisto

straipsnio Stanfordo kompiuterių mokslo srities mokslininkai M. Minsky ir J. McCarthy suorganizavo aštuonių savaitių ilgumo DI konferenciją, kurioje ir gimė šios technologijos terminas. Vėliau šie mokslininkai pradėti laikyti DI technologijos pradininkais (Haenlein ir Kaplan, 2019).

Vienas iš lūžių, kuomet žinia apie tobulėjančią DI technologiją pasklido po pasaulį, buvo tuomet, kai „Google“ komanda sukūrė AlfaGo programą, kuri žaisdama prieš žmogų vieną seniausių ir sunkiausių žaidimų pasaulyje, vadinamą „Go“, laimėjo. „Go“ žaidimo taisyklės itin paprastos, tačiau šis žaidimas yra kompleksiškesnis nei šachmatai. Šachmatuose pirmo ėjimo metu galima rinktis iš 20 galimų ėjimų, kai tuo tarpu „Go“ žaidime - 360 galimų ėjimų (Haenlein ir Kaplan, 2019). Žaidime vidutiniškai būna apie 150 ėjimų, kuriuos gali sudaryti 10^{360} galimų variacijų (Granter ir kt., 2017). Dėl tokio žaidimo kompleksškumo ir natūralios prigimties mokslininkai negali naudoti tų pačių technologijų, kurios naudojamos žaidžiant šachmatais su žmonėmis. Kad „AlphaGo“ programa nugalėtų pasaulio „Go“ žaidimo čempioną, ji turėjo pradžioje analizuoti geriausių pasaulio žaidėjų taktikas, o vėliau programa pati su savimi milijonus kartų žaidė šį žaidimą, kad išmoktų galimas kombinacijas ir mokytųsi iš buvusių žaidimų.

Literatūroje galima rasti daug skirtingų apibūdinimų, kas yra DI. Negnevitsky M. (2005) DI vadina mokslu, kurio tikslas yra sukurti mašinas, galinčias atlikti tai, ką gali atlikti žmogus naudodamasis intelekto gabumais. Dažnai prieš apibūdinant DI, atskirai nagrinėjama, kas yra intelektas, ir tuomet sujungiami abu terminai „dirbtinis“ ir „intelektas“. Russell ir Norvig (2016) išanalizavo mažiausiai 8 autorių sukurtus DI apibūdinimus ir išskyrė keturias grupes, į kurias galima priskirti DI technologiją: žmogiškas mąstymas, racionalus mąstymas, žmogiškas elgesys, racionalus elgesys. Autorių teigimu, intelektas apima racionalių elgesį, tad DI sistemos imasi geriausių įmanomų veiksmų kiekvienoje situacijoje. Poole ir Mackworth (2019) teigia, kad sistema elgiasi intelektualiai, kuomet situacijoje siekdama savo tikslų priimdama sprendimą įvertina ilgalaikes ir trumpalaikes veiksmų pasekmes, yra lanksti ir gali keisti savo tikslus ir aplinką, mokosi iš patirties, priima tinkamus sprendimus turint galvoje suvokimo ir skaičiavimo ribotumą. Plikynas ir Daniušis (2010) teigia, kad DI yra mokslas apie sistemas, gebančias suvokti aplinką, kaupti žinias, planuoti, mokytis ir protauti. Dwivedi ir kt. (2021) apžvelgę įvairius DI apibrėžimus apibendrino, kad tai sistema, kuriai būdinga nuolat tobulėjančios galimybės atlikti žmogaus darbo arba socialinėje aplinkoje sukuriamas užduotis.

Europos Komisija (2018) DI apibūdina kaip žmogaus sukurtą sistemą, kuri turėdama kompleksinį tikslą gali veikti skaitmeniniame arba fiziniame pasaulyje ir gebėdama surinkti ir analizuoti duomenis iš aplinkos geba priimti sprendimą, kuris paremiamas turimais duomenimis, ir taip pasiekia savo tikslą. Lietuvos dirbtinio intelekto strategijoje DI apibūdinamas kaip sistema, kuri demonstruoja protingą elgesį remdamasi savo aplinka ir siekdama tikslo geba savarankiškai priimti sprendimus. Taigi, įvertinus įvairius autorius DI sąvoką galima apibendrinti, kad DI, tai sistemos, kurioms būdingas gebėjimas prisitaikyti mokantis ir savarankiškumas priimant sprendimus.

2.1.2. Dirbtinio intelekto tipai ir struktūra

Kadangi bendro DI termino nėra, tad bandant suprasti šią sritį galima sustruktūrizuoti pagal DI tipus. Daugėlienė (2020) išskiria keturis šios technologijos tipus:

- reaktyviosios mašinos;
- ribota atmintis;
- minties teorija;
- savivoka.

Reaktyviosios mašinos yra pats paprasčiausias DI technologijos tipas, kuomet technologija negeba kaupti duomenų ir tobulėti per laiką su patirtimi. Ribota atmintis, tai mašinos, galinčios įsiminti praeities procesus. Minties teorija yra kur kas labiau pažengusios mašinos už pirmiau paminėtas. Šios mašinos gali įsiminti ir veikėjus, ir procesus. Ketvirtasis tipas – savivoka dar apibūdinamas kaip sistemos, kurios gali atpažinti procesus, aplinkinius veikėjus bei save.

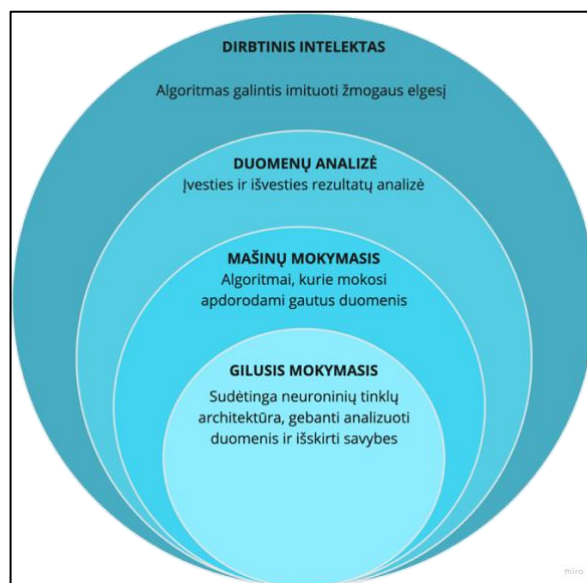
Kita DI grupė sukurta siekiant apibūdinti DI galimybių visumą. Kaip pateikiama 2 lentelėje, jau yra sukurtos trys grupės, kaip DI technologija gali tobulėti, tačiau iki šiol visiškai funkcionuojanti ir žmogaus gyvenime dažnai pasitaikanti technologijos grupė – siaurasis DI. Antroji šios technologijos grupė yra šiomis dienomis itin aktyviai vystoma. Trečioji lentelėje paminėta grupė iki šiol matyta tik fantastikos žanro filmuose, tačiau mokslininkai tikisi ateityje gebėti išvystyti DI iki tokio lygio, tačiau tokios technologijos gali gąsdinti ir neraminti žmones, tad svarbu įsivertinti visas rizikas prieš sukuriant tokio lygio technologiją.

2 lentelė. DI grupės (Tarasevičienė, Šutienė, 2022)

DI tipas	Apibūdinimas
Siaurasis ar silpnasis	Ši technologija neatkartoja žmogaus elgesio, o bando jį imituoti atlikdama konkrečias užduotis, kurios yra suprogramuotos iš anksto, pvz.: atpažinti kalbą ar veidą, vairuoti automobilį ir t. t. Šios mašinos turi aiškius apribojimus ir remiasi limituoto kiekio atributų komplektu.
Bendrasis ar stiprusis	Technologija geba mokytis ir pritaikyti savo intelektą problemoms spręsti tokiu pat lygiu, kaip tai gali padaryti žmogus. Deja, ši technologija dar nėra išvystyta ir iki šiol aiškinamasi, kaip suteikti galimybę mašinoms mąstyti ir sąmoningai atlikti veiksmus.
Dirbtinis superintelektas	Tai mašinos, kurios dar neegzistuoja, tačiau šio tipo tikslas yra gebėti viršyti žmogaus intelekto galimybes.

Dar viena šios technologijos grupė yra susijusi su dažniau praktikoje pasitaikančiais sprendimais, kuomet žmogaus parašytą tekstą gali pakeisti į:

- paveikslą;
- vaizdo įrašą;
- garso įrašą;
- judesį;
- tekstą;
- kodą;
- trimatį vaizdą;
- nepakeičiamą žetoną (angl. NFT).



15 pav. Dirbtinio intelekto struktūra

Siekiant geriau suprasti DI sąvoką galima analizuoti šios technologijos struktūrinę schemą, kuri pateikiama 15 paveiksle. DI yra itin plati kompiuterių mokslo sritis, apimanti:

- duomenų analizę, kuriai priskiriama didieji duomenys, įvesties ir išvesties duomenų analizė;
- mašinų mokymąsi, kuris skirstomas į keturis tipus: pusiau prižiūrimas, neprižiūrimas, prižiūrimas ir skatinamasis;
- gilusis mokymasis, kurį sudaro konvoliuciniai neuroniniai tinklai.

Mašinų mokymasis yra sudedamoji DI technologijos dalis (Jakhar ir Kaur, 2019). Mašinų mokymasis ir DI vienas nuo kito skiriasi tuo, kad jeigu sistema geba pati atlikti veiksmus, tuomet tai yra DI, o jeigu sistema geba klasifikuoti ir prognozuoti mokymdamasi iš patirties ar sukauptų turimų duomenų, tuomet tai laikoma mašinų mokymusi (Gogas ir Papadimitriou, 2021). Kaip teigia Tarasevičienė ir Šutienė (2022), šiam algoritmui nebūdingas tiesioginis sprendimų priėmimas, ši technologija analizuodama sudėtingus matematinius algoritmus ir iš jų mokymdamasi siekia atrasti ir pritaikyti panašių problemų sprendimus. Mašinų mokymuisi funkcionuoti reikalingi duomenys, tad duomenų mokslas, kuriame susipina statistika ir informatika, yra neatsiejama šios technologijos dalis. Kuo daugiau algoritmų su atitinkamomis modifikacijomis bus pateikti mašinai, tuo tiksliau mašina gebės paimiti duomenis ir pateikti iš jų rezultatus.

3 lentelė. Mašinų mokymosi grupės (Tarasevičienė, Šutienė, 2022; Helm ir kt., 2020)

Grupės pavadinimas	Apibūdinimas
Prižiūrimasis mokymasis	Tai mokymasis iš įvesties ir išvesties duomenų, kuomet mašina suranda funkciją, kuri susieja šias dvi duomenų grupes. Šis mokymosi tipas gali atlikti tokius uždavinius kaip: pasakyti, ar pacientas serga vėžiu, prognozuoti nekilnojamojo turto kainą. Visi šie uždaviniai atliekami pasitelkiant istorinę informaciją, remiantis jau anksčiau surinktais su kitais objektais toje pačioje srityje susijusiais duomenimis.
Neprižiūrimasis mokymasis	Tai tik įvesties duomenų analizė ir vertinimas, kurio tikslas yra surasti taisykles, geriausiai apibūdinančias duomenų grupes, pvz.: mašina gali atpažinti, kad elektroninės parduotuvės, kurioje parduodami baldai, lankytojai, perkantys valgomojo stalą, kartu perka ir valgomojo patalpos kėdes. Tokiu atveju pardavėjas,

	žinodamas tokią informaciją, gali taikyti atitinkamas marketingo kampanijas, kad skatintų kuo daugiau klientų, kurie apsilanko pirkti stalą, pirkėjų ir kėdes.
Pusiau prižiūrimasis mokymasis	Tai sužymėtų ir nesužymėtų duomenų analizė, kuomet sužymėtus duomenis pateikia žmogus.
Skatinamasis mokymasis	Šiame modelyje nėra naudojami istoriniai duomenys. Mašina mokosi iš savo patirties bandydama įvairias kombinacijas. Toks modelis integruojamas kompiuteriniuose žaidimuose, savavaldėse transporto priemonėse ir t. t.

3 lentelėje pavaizduota, į kokias grupes skirstomas mašinų mokymasis, kuris yra sudedamoji duomenų mokslo dalis. Mašinų mokymasis negali vykti be duomenų, kurie turi būti atitinkamai atrinkti ir apdoroti, kadangi parinkus neteisingus duomenis, algoritmas neatliks teisingų skaičiavimų ir gauti rezultatai nebus tikslūs ir tinkami naudoti. Duomenys negali būti pateikti skirtingais formatais (žodžiais, trumpiniais, klasėmis), turėti trūkstamų reikšmių ar dviprasmių atributų (Tarasevičienė ir Šutienė, 2022).

Mašinų mokymosi atšaka ir dar siauresnė bei kol kas labiausiai pažengusi DI dedamoji - gilusis mokymasis. Ši technologija remiasi šimtais neuroninių tinklų ir naudodama juos sprendžia vaizdo atpažinimo uždavinius. Praktikoje šie algoritmai naudojami atpažinti žmogaus nuotaiką, atpažinti kelių ženklus vairuojant, aptikti žmogaus ligas ir t. t. (Chassagnon ir kt., 2020).

2.1.3. Dirbtinio intelekto technologijų paplitimas ir taikymas

DI technologijos jų atsiradimo laikotarpiu buvo naudojamos pateikti rekomendacijas remiantis turimų žinių pagrindu (remiantis duomenimis ir mašinų mokymusi). Pastaruoju metu šios technologijos tapo dar panašesnės į žmogų dėl savo galimybių spręsti problemas, mokytis, naviguoti fiziniame erdvėje ir manipuliuoti objektais. Ši proveržį ir tobulėjimą paskatino susidomėjimas didžiais duomenimis, mašinų mokymosi ir superkompiuterija (Zhang, 2021). Dėl dabartinio inovatyvumo ir galimybių gausos šios technologijos pastaraisiais metais sutinkamos vis didesnėje dalyje skirtingų sektorių ir rinkų. Skirtingi tos pačios įmonės departamentai gali naudoti DI technologijas, padedančias efektyviau atlikti užduotis. Tokie departamentai gali būti ne tik IT, tačiau ir finansai, logistika, marketingas ir pardavimai, apskaita, žmogiškieji ištekliai (Ulrich ir Frank, 2021).

Kadangi DI yra plati sąvoka turinti daug skirtingų technologinių sprendimų bei pritaikymo būdų, tad ir pasitaikyti žmogaus gyvenime ši technologija gali įvairiais gyvenimo tarpsniais - tai gali būti darbo aplinkoje, užsiimant hobiu ar mokantis. DI technologijų panaudojimas mokslo srityse sparčiai populiarėja, įvairūs sprendimai naudojami mokytojų bei dėstytojų ir mokinių bei studentų (Celik ir kt., 2022). Mokslo srityje DI gali būti pritaikytas labai įvairiai - vienas iš būdų, kaip DI gali patobulinti mokymosi procesą, - pritaikyti ir personalizuoti mokymosi programą pagal studento arba mokinio gabumus. DI sprendimai taip pat gali būti taikomi siekiant pateikti atgalinį ryšį studentui ar personalizuoti klausimus priklausomai nuo studento poreikių ir interesų (Icoz ir kt., 2015; Walkington ir Bernacki, 2019; Fanscali ir Ritter, 2014). Visi šie būdai teigiamai veikia mokymosi procesą, padeda pagerinti besimokančiojo galutinius įvertinimus arba įsitraukimą į mokymosi procesą (Swanson, 2019). Norint, kad DI sprendimai turėtų teigiamų rezultatų mokymosi rezultatams ir procesui, svarbu, kad į šių technologijų kūrimą įsitrauktų ir mokytojai, kurie geriausiai supranta mokymo procesą ir gali pateikti naudingų įžvalgų testuojant bei tobulinant DI produktus (Langran ir kt., 2020).

Praktikoje DI technologija gali būti itin plačiai pritaikoma. Priklausomai nuo srities, galima atrasti produktų, kurie pasiūlo skirtingus sprendimus. Vienas iš pastarųjų metų populiariausių DI produktų,

tai „Chat GPT“, sukurtas Jungtinėse Amerikos Valstijose veikiančios organizacijos pavadinimu „Open AI“. Tai technologija, prie kurios gali prieiti bet kuris žmogus, turintis prieigą prie interneto, kadangi „Chat GPT“ yra paskelbtas interneto svetainėje, kuri pasiekiamą visiems ir yra nemokama. Tai pokalbių robotas, kuris veikia teksto konvertavimo į tekstą principu, o roboto pateikiamas tekstas yra artimas žmogaus kalbai, tekstas natūralus ir užrašomas rišliais sakiniais (Dale, 2021), tad įrašius norimą klausimą arba užklausą, robotas pateiks atsakymą. Šis pokalbių robotas laikomas labiausiai pažengusiu tokios srities robotu (Jürgen ir kt., 2023), o šiuo metu jau yra išleista ketvirtoji technologijos versija, kuri kuria tekstą dar natūralesne žmogui kalba. Robotas tobulėja ir vis labiau gerina savo atsakymus, kadangi jam pateikiama didelė įvairaus teksto duomenų bazė, kuri leidžia tobulinti sakinio struktūrą, teksto rišlumą bei tikslumą. Šis sprendimas gali būti naudojamas vietoje „Google“ paieškos sistemos, gali generuoti trumpus tekstus ar netgi rašyti straipsnius su nuorodomis į mokslinius šaltinius. Tad šis produktas gali būti naudojamas tiek studentų, tiek ir tekstus kuriančių ir iš to uždirbančių rašytojų. „Chat GPT“ prieinamumas plečiasi, kadangi „Microsoft“ įmonė patvirtino, jog įtrauks šį DI sprendimą į savo „Microsoft 365“ produktą (Vanian, 2023), o tai reiškia, kad technologija bus prieinama visų įmonių ir aukštųjų mokyklų, kuriose įdiegtas „Microsoft 365“ produktas, nariams. Tai padidins DI sprendimo naudojimą ir tikėtina, jog tai gali palengvinti darbą žmonėms, tiek ieškantiems informacijos internete, tiek kuriantiems tekstus. Tačiau atsiranda vis daugiau straipsnių, analizuojančių šio roboto neigiamas puses. Kadangi naudojant „Chat GPT“ galima kurti ilgus straipsnius, tad studentai ar moksleiviai gali pasinaudoti šiuo įrankiu ir sukurti užklausą, nurodančią jam parašyti rašto darbą. Aydin ir kt. (2022) eksperimentavo ir su pokalbių robotu sukūrė straipsnį bei patikrino, ar tas pats sukurtas straipsnis bus pažymėtas kaip plagiatas ar visgi bus priskirtas originaliam kūriniui. Eksperimento autoriai išskyrė tris straipsnio dalis:

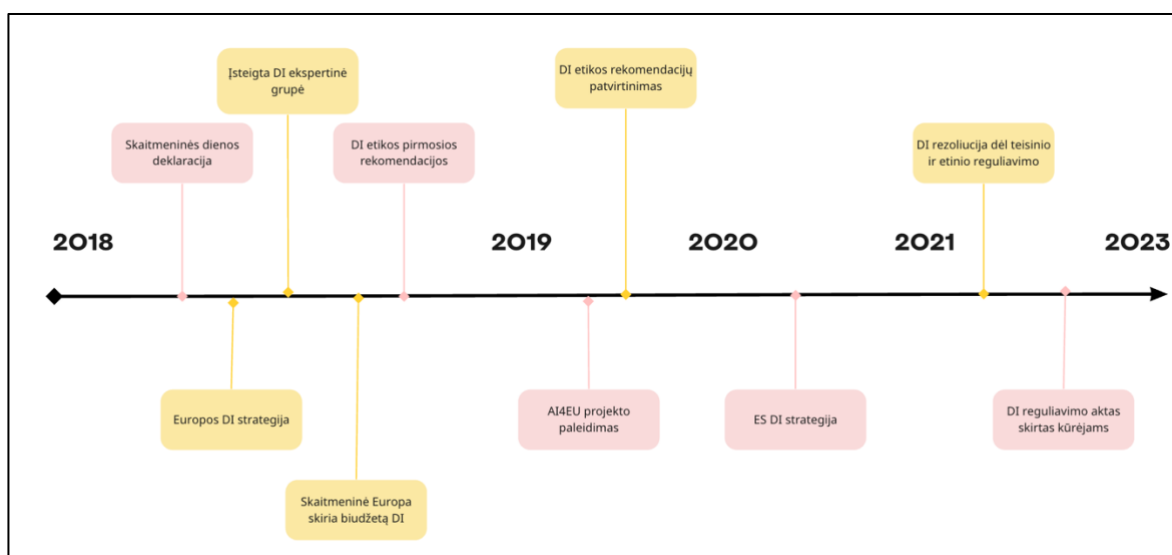
- pačių autorių parašytas tekstas;
- „ChatGPT“ perfrazuotos abstrakčios teksto dalys;
- pokalbių roboto sukurtas turinys.

Rezultatai parodė, kad pirmoji dalis buvo nereikšmingai plagijuota, tai reiškia, kad vos keli žodžiai buvo pažymėti kaip kopija. Panašūs rezultatai buvo ir trečiosios straipsnio dalies, nors ten neženkliai daugiau teksto buvo pažymėta kaip plagiatas. Tuo tarpu antrąją teksto dalį plagiato tikrinimo įrankis pažymėjo kaip stiprų plagiatą ir vos keli žodžiai toje teksto dalyje buvo palikti kaip originalūs. Keliama išvada, kad „ChatGPT“ pateikia ne originalų, bet perfrazuotą tekstą. Įrankiai kaip „ChatGPT“ ateityje taps žmonių kasdieniais įrankiais, naudojamais kuriant tekstus taip, kaip kažkada skaičiuotuvai ir kompiuteriai tapo mūsų įrankiu skaičiuojant (McMurtrie, 2022). Pokalbių robotai kaip šis gali būti naudojami spręsti įvairias problemas, vienas iš pavyzdžių - klimato kaitos tema. Nors šis įrankis turi minusų, tačiau dėl to, kad jis treniruojamas pasitelkiant didžiules duomenų bazes, galima tikėtis pagalbos (Biswas, 2023):

- priimant sprendimus; robotas gali pateikti rekomendacijas, kurios yra paremtos jo surinktais duomenimis ir skaičiavimais;
- analizuojant duomenis; robotas remdamasis turimais duomenimis gali apdoroti kompleksiškus algoritmus greičiau nei žmogus bei analizuoti ir interpretuoti informaciją kartu pateikiant prognozes;
- iškomunikuojant informaciją platesnei auditorijai; robotas gali kompleksiską ir nišinę informaciją pateikti daugumai (ne tik specialistams) suprantama kalba ir taip greičiau ir plačiau paskleisti žinią.

2.1.4. Dirbtinio intelekto plėtros skatinimas

Europoje atidesnis dėmesys DI rinkai pradėtas skirti 2018 metais, kuomet Europos Komisija įkūrė DI aljansą. Tai buvo pirmas tvirtas žingsnis link domėjimosi ir teisinio bei etinio šios technologijos reguliavimo. Iki aljanso įkūrimo buvo išleistos kelios rekomendacijos, tačiau jokių tikslesnių veiksmų imamasi nebuvo. 2018 metai pasižymi ir tuo, kad būtent tuomet buvo išleista Europos DI strategija. Ši strategija aprašė tikslą, jog Europos Sąjunga galėtų tapti DI centru, kad DI technologijos būtų kuriamos padedant viešajam ir privačiajam sektoriui tobulėti. Taip pat šios strategijos tikslas yra paruošti Europos gyventojus galimiems socioekonominiams pasikeitimams, kuriuos gali paveikti DI plėtra bei užtikrinti, kad bus sukurtos priemonės, kurios apsaugos DI technologijų etiškumą ir legalumą (OECD, 2021). Strategijoje taip pat kalbama apie investicijų į DI plėtrą skatinimą. 2018–2020 metų laikotarpiu mokslinių tyrimų ir inovacijų programai „Horizontas 2020“ planuojama skirti 1,5 mlrd. EUR, o tai yra net 70 % daugiau investicijų palyginus su 2014–2017 m. laikotarpiu, kuomet buvo skirta 1,1 mlrd. EUR. Investicijų skatinimu siekiama iš viešojo ir privataus sektorių pritraukti po 20 mlrd. EUR kas metus. Europos Komisija taip pat siūlo 2021–2027 m. laikotarpiu Europos Sąjungai investuoti į dirbtinį intelektą pasitelkiant Skaitmeninės Europos ir Europos Horizontas programas. EK rekomenduoja iš šių programų bent 1 mlrd. EUR per metus skirti DI technologijų plėtrai (EK, 2018).



16 pav. DI vystymasis Europoje

Aktyviausiai Europos Sąjunga pradėjo įsitraukti į DI plėtrą ir skatinimą 2018 metais, tuomet ne tik buvo skatinamos investicijos į DI, tačiau skirta daug dėmesio gilesnei šios technologijos analizei atsižvelgiant į galimas rizikas rinkai ir žmogui. Kaip pateikta 16 paveiksle, tais metais buvo išleistas pirmasis DI etikos rekomendacijų juodraštis, kuris vėliau buvo patvirtintas ir įrašytas į rezoliuciją. Skaitmeninės dienos metu buvo susitarta, jog šalys narės įsitraukia į DI temos analizavimą ir taip suformuojama kooperacija. 2021 metais buvo pateiktas DI reguliavimo aktas, kuris nukreiptas į DI technologijų kūrėjus ir vystytojus siekiant užtikrinti, kad kuriamos technologijos neperžengs etinių ribų, kurios gali grasinti žmogaus gerovei.

Europa skatindama DI plėtrą taip pat nuolat steigia projektus, kurių dalis yra apimantys visas rinkas, tačiau pagal informaciją pateiktą 4 lentelėje matoma, kad yra ir tokių projektų, kurie skirti specialioms rinkoms vystyti.

„Horizontas 2020“ tai didžiausia Europos finansavimo programa, kuri orientuota į projektus susijusius su moksliniais tyrimais ir inovacijomis. Ši programa veikė nuo 2014 iki 2020 metų, o finansavimui buvo skirta beveik 80 milijonų eurų. Programoje buvo išskiriami trys prioritetai (Lietuvos mokslo taryba):

- mokslo pažanga - siekiama skatinti mokslinių tyrimų iniciatyvas;
- pramonės lyderystė - inovacijų skatinimas mažose ir vidutinėse įmonėse;
- visuomenės iššūkiai - siekiama spręsti klausimus susijusius su klimato kaita, maisto sauga, energetika, transportu, visuomenės saugumu ir kt.

Europos Komisijos pateikiamoje „Horizontas 2020“ ataskaitoje išvardinta keturiasdešimt su DI technologijomis susijusių projektų, kurie buvo finansuoti pasitelkiant „Horizontas 2020“ lėšas (Europos Komisija, 2021). „Horizontas Europa“ yra dar vienas ES įsteigtas finansavimo projektas, kuris yra „Horizontas 2020“ tęsinys, o jo biudžetas siekia 95 mlrd. Eurų. Šio projekto numatoma trukmė - 7 metai. Projekto tikslas yra stiprinti tyrimų ir inovacijų plėtrą, kuri teigiamai paveiktų regiono ekonomiką, skatintų naujų darbo vietų kūrimąsi bei didintų industrijų konkurencingumą.

4 lentelė. ES finansuojami DI projektai

Projekto pavadinimas	Rinka	Aprašymas
AI4EU	Visos rinkos	Tai „Horizontas 2020“ programos finansuojamas projektas, kurio tikslas sukurti DI platformą, kuri apjungtų DI bendruomenę pateikiant mokslinius tyrimus ir jau sukurtas DI technologijas. Tikslas, jog platesnė visuomenė galėtų prieiti prie DI resursų ir jais naudotis, t.y. skatinti DI sklaidą. Projektui įgyvendinti buvo skirta 20 mln. EUR. Tai didžiausia suma skirta su DI susijusiam projektui.
AI4People	Visos rinkos	Tai forumas, kuriame sprendžiami su DI technologijų reguliavimu susiję klausimai. Šio forumo tikslas yra analizuoti ir pateikti sprendimus kaip DI galėtų plėstis ir tuo pat metu neigiamai nepaveikti visuomenės ir rinkų.
SHERPA	Visos rinkos	Šis projektas yra finansuojamas „Horizontas 2020“ programos ir jo tikslas yra užtikrinti, kad augant DI populiarumui ir daugėjant šios technologijos produktų - nebūtų pažeistos žmogaus teisės.
MELLODDY	Farmacija	Tai Europos Sąjungos finansuojamas projektas, kurio tikslas išvystyti DI technologija paremtą platformą, kuri palengvintų vaistų išradimo procesus.
AI-Mind	Medicina	Projektas skirtas sukurti DI produktus, kurie padėtų medicinos darbuotojams greičiau ir tiksliau nustatyti diagnozę.
FANDANGO	Komunikacija	Projekto tikslas naudojantis DI technologija surinkti viešojoje erdvėje sklaidančias melagienas (angl. fake news), tam, kad visuomenei būtų pateikiama daugiau patikrintos informacijos ir melagienos neklaidintų. Šiam projektui buvo skirta 2 880 000 EUR.

Kitas ES projektas, teikiantis finansavimą su DI technologijomis susijusiems projektams yra - Skaitmeninė Europa (DIGITAL). Šiai programai skirta 7,5 mlrd. Eurų biudžetas (Europos Komisija).

Šiame projekte išskiriamos penkios kryptys, kurioms bus skiriamas finansavimas (LR ekonomikos ir inovacijų ministerija, 2023):

- superkompiuterija ir duomenų apdorojimo galimybės - suteikti prieigą prie pasaulinio lygio duomenų verslo įmonėms ir privatiems asmenims, nepriklausomai nuo to, kokio šalyje jie yra;
- dirbtinis intelektas – sustiprinti ir į vieną vietą sujungti skirtingose šalyse jau sukurtus DI technologijų sprendimus, kuriais vėliau būtų galima dalintis tarp valstybių;
- kibernetinis saugumas – siekiama užtikrinti aukščiausią kibernetinį saugumą visos Europos mastu;
- skaitmeniniai įgūdžiai - siekiama remti aukštos kokybės mokymus skirtus studentams bei darbuotojams;
- viešojo ir privataus sektoriaus skaitmenizacija – siekiama skatinti naudotis viešai prieinamais skaitmeniniais sprendimais, lengvinti prieigą prie jų bei skatinti tokių sprendimų skaičiaus augimą.

Taigi, DI technologija yra itin plati ir įvairiai apibrėžiama sąvoka, siekianti dar 1960 metus. Šiai technologijai tobulėjant vis daugiau dėmesio skiriama siekiui užkirsti kelią įvairioms rizikoms, kurios gali neigiamai paveikti visuomenę. Europos Sąjunga matydama šios technologijos privalumus, skatina jos plėtrą steigdama įvairias finansavimo programas, kurios skirtos skirtingoms rinkoms, bei tuo pat metu stengiasi atsižvelgti į su etika susijusius klausimus, kurie privalo būti sprendžiami siekiant užtikrinti visuomenės saugumą ir gyvenimo kokybę.

2.2. Darbo rinkos rodikliai ir jų svarba

Technologijų plėtra neatsiejama nuo darbo rinkos, kadangi dar nuo pramonės perversmo, prasidėjusio 1760 metais, visuomenėje vyravo baimė, jog technologijos pakeis žmogaus darbą. Tad DI technologijos taip pat neatsiejamos nuo galimų iššūkių darbo rinkoje. Šioje dalyje bus aptariama darbo rinkos rodiklių svarba ekonomikai, darnaus vystymosi tikslai bei detaliau aprašomi darbo rinkos rodikliai.

2.2.1. Darbo rinkos svarba ekonomikai

Darbo rinkos stebėjimas yra labai svarbus procesas dėl to, kad darbo rinka gali paveikti įvairius makroekonominis rodiklius, tokius kaip - infliaciją ir monetarinę politiką (Christoffel ir kt., 2009), o atlyginimų nustatymo procesai gali veikti Europos narių integracijos sėkmę. Atlyginimai taip pat yra vienas iš pagrindinių ekonomikos Europoje augimo veiksnių (Ramskogler, 2021). Taip pat pastebima, kad nustatytas aukštas minimalus atlyginimas šalyje gali lėtinti valstybės ekonominį augimą, kadangi sulėtės reikalingų įgūdžių turinčių asmenų augimas ir tokiu būdu bus sunkiau rasti aukštesnio įgūdžių lygio darbuotojų (Agénor, 1996). Fernández-Villaverde (2018) savo tyrime nurodė, kad priverstinis darbo rinkos reguliavimas, kurio imasi politikai, neigiamai veikia ekonomikos augimą. Enache (2013) teigia, kad augantis nedarbo lygis skatina valdžios išlaidas, kurios yra išleidžiamos nedarbo išmokoms ir priemonėms, kurios skatintų užimtumą (įvairios mokymų programos, kurios ieškantiems darbo yra nemokamos). Augančios valdžios išlaidos taip pat veikia infliaciją. Šerban ir kt. (2020) analizavo kaip imigracija veikia šalies ekonomiką ir buvo pastebėta, kad į šalį atvykstantys dirbti aukštos kvalifikacijos darbuotojai skatina tos šalies ekonominį augimą. Taigi, surinkti duomenys iš mokslinių straipsnių patvirtina, kad duomenų rinkimas ir darbo rinkos rodiklių stebėjimas yra itin svarbus procesas siekiant gerinti šalies ekonominį lygį.

Europoje didesnis dėmesys darbo rinkos svarbai buvo atkreiptas 1994 metais, kai tuometinis Europos Komisijos prezidentas Jacques Delors, kuris išleido straipsnį pavadinimu: „Augimas, konkurencingumas, užimtumas“. Tuo metu buvo plačiai paplitęs tikėjimas, kad Europos Sąjunga ir integracijos veiksmai skatina nedarbo lygio augimą, tad J. Delors šiuo straipsniu siekė atkreipti dėmesį į užimtumo svarbą. Autorius iš dalies savo tikslą pasiekė, kadangi Europos Komisijoje atgijo diskusijos susijusios su užimtumu, nors priimti sprendimai tuo metu nebuvo tokie, kokių autorius tikėjosi (Goetschy J., 1999). Eseno konferencijoje, kurioje ir buvo iškelta diskusija apie straipsnį, buvo susitarta dėl penkių rekomendacinių sričių, į kurias galėtų fokusuotis Europos šalys siekiančios gerinti užimtumo lygį:

- skatinti jaunimą dalyvauti mokymuose, organizuojamuose atostogų metu, kadangi tai pagerintų įsidarbinimo galimybes ateityje, taip pat skatinti mokymosi visą gyvenimą kultūrą;
- didinti užimtumo augimo intensyvumą skatinant lankstesnį darbo organizavimą, darbo valandas, atlyginimo sąlygas ir didinant darbo pasiūlą lokaliai;
- sąnaudų, nesusijusių su darbo užmokesčiu sumažinimas, siekiant paskatinti darbdavius samdyti žemesnės kvalifikacijos darbuotojus;
- vystyti geografinį ir profesinį mobilumą ir steigti priemones skatinančias bedarbius grįžti į darbo rinką;
- kurti tikslines priemones, kurios būtų nukreiptos į socialines grupes, paveiktas ilgalaikio nedarbo.

2.2.2. Darnaus vystymosi tikslai

Jungtinių Tautų (JT) sesijoje 2015 metais buvo priimta Generalinės Asamblėjos (GA) rezoliucija pavadinimu - „Keiskime mūsų pasaulį: Darnaus vystymosi darbotvarkė iki 2030 metų“. Tai septyniolikos tikslų rinkinys apimantis socialinius, ekonominius ir aplinkosaugos aspektus ir siekiantis spręsti su jais susijusias problemas. Šių tikslų vizija, susijusi su ekonomikos sritimi, yra užtikrinti tvarų ir darnų ekonomikos augimą visoms žmonių grupėms ir skatinti į žmones orientuotą ekonomikos vystymą. Aštuntasis šio rinkinio tikslas yra susijęs su darbo rinka ir pavadintas - „Deramas darbas ir ekonomikos augimas“.

Metinis realiojo BVP, tenkančio vienam gyventojui, augimo tempas	Metinis realiojo BVP, tenkančio vienam dirbančiam asmeniui, augimo tempas	Neformalaus užimtumo dalis ne žemės ūkio veikloje	Medžiagų pėdsako rodiklis	Medžiagų vidaus vartojimas	Vidutinis valandinis darbuotojų DU
Nacionalinės jaunimo užimtumo strategijos (atskiros arba kaip nacionalinės užimtumo strategijos dalies) egzistavimas	8 TIKSLAS: Skatinti tvarų, įtraukų ir darnų ekonomikos augimą, produktyvų įdarbinimą ir deramą darbą				Nedarbo lygis
Įsipareigojimai ir išmokos pagal pagalbos prekybai iniciatyvą					Nesimokančio ir nedirbančio jaunimo dalis
Sąskaitų banke arba kitoje finansų įstaigoje turinčių arba mobiliųjų mokėjimų paslaugomis besinaudojančių suaugusių gyventojų dalis	Komercinių bankų padalinių ir bankomatų skaičius, tenkantis 100 tūkst. suaugusiųjų	Tiesioginis turizmo sektoriaus indėlis į BVP ir šio indėlio augimo tempas	Šalies nacionalinių teisės aktų atitiktis tarptautinei darbo teisei lygis	Mirtinų ir nemirtinų profesinių traumų skaičius, tenkantis 100 tūkst. darbuotojų	Priverstinį darbą dirbančių 5–17 metų amžiaus vaikų skaičius ir dalis imro

17 pav. Darnaus vystymosi 8 tikslo rodikliai

Šis tikslas apima tvaraus ir aukšto lygio ekonominio augimo ir produktyvumo svarbą, o juo siekiama sukurti kuo daugiau gerai apmokamų darbo vietų bei skleisti žinią apie efektyvų išteklių darbo vietoje naudojimą naikinant priverstinį ir vaikų darbą bei prekybą žmonėmis. Taip pat siekiama užtikrinti saugią darbo aplinką bei suteikti galimybes kiekvienam turėti deramą darbą. Išskeltam tikslui stebėti JT išskyrė 16 bendrinių rodiklių, kurie pavaizduoti 17 paveiksle. Tuo tarpu Lietuvoje šie rodikliai yra pritaikyti pagal šalies poreikius ir kai kurie iš pagrindinių JT rekomenduotų rodiklių yra perfrazuoti siekiant aprėpti tam tikras tikslines grupes. Pagal regioną rodikliams gali būti pritaikytas skirstymas į detalesnes grupes, kurios vertinamos pagal amžių, verslo sektorius, lytį, darbo sritį ir kt. (Valstybės duomenų agentūra, 2023).

2.2.3. Darbo rinkos rodikliai ir jų klasifikacija

Ekonomikos ir darbo rinkos stebėjimui yra išskiriama daug ir įvairių rodiklių. Priklausomai nuo to, kokia organizacija ar valstybė stebi darbo rinkos metrikas, kiekviena išskiria bent kelis rodiklius ir nesiremia tik vieno rodiklio duomenimis. Kaip savo darbe teigia Krafft ir Assaad (2014), yra netikslinga fokusuotis tik ties vienu darbo rinkos rodikliu. Autoriai analizavo nedarbo lygio rodiklį ir teigia, kad vertinant darbo rinką tik pagal šį rodiklį yra vertinami tik „turingieji“, kurie turi galimybę ieškoti darbo ir neatsižvelgiama į vargstančiuosius. Autoriai ragina atsižvelgti į tokius rodiklius kaip: užimtumo tipai (reguliarus, nereguliarus užimtumas), išdirbtos valandos bei pajamos privačiame sektoriuje. Šie rodikliai yra kur kas labiau veikiami besikeičiančių ekonominių sąlygų ir kur kas labiau paveikiami žemesnį išsilavinimą ir mažesnį darbo užmokestį gaunančių asmenų.

Norimas vertinti metrikas Lietuvos Respublikos Valstybės duomenų agentūra išskiria 18 pagrindinių šalies rodiklių, tarp kurių galima rasti 6 su darbo rinka susijusius rodiklius:

1. mėnesinis bruto darbo užmokestis - tai darbdavio darbuotojui mokamas atlyginimas už darbo santykius, kurį sudaro valstybinio socialinio draudimo įmoka ir gyventojų pajamų mokestis, išmoka už panaudotas kasmetines atostogas;
2. mėnesinis neto darbo užmokestis - tai darbo užmokestis (DU) mokamas pinigais atskaičius darbuotojo socialinio draudimo įmokas ir gyventojų pajamų mokestį;
3. realiojo darbo užmokesčio indeksai – santykinis rodiklis skaičiuojamas dalijant neto darbo užmokesčio indeksą iš vartotojo kainų indekso ir išreiškiamas neto DU pokytis;
4. nedarbo lygis – parodo darbo neturinčių šalies gyventojų dalį. Šiuo rodikliu remiamasi norint suprasti, kiek iš visų galinčių dirbti žmonių, neturi darbo. Jeigu šis rodiklis aukštas, tai reiškia, kad tai neigiamai gali paveikti šalies bendrąjį vidaus produktą (BVP) ir lėtinti regiono augimą;
5. užimti gyventojai – tai asmenys turintys darbo santykius, už kuriuos gauna atlyginimą arba turintys pelno ar pajamų. Taip pat galima rasti dar vieną dažnai naudojamą rodiklį - užimtumo lygis, kuris išreiškiamas tam tikros amžiaus grupės visų gyventojų ir tos pačios grupės užimtų gyventojų santykiu;
6. bedarbių skaičius - tai kiekis šalyje gyvenančių asmenų, kurie per paskutinį mėnesį buvo įsitraukę į aktyvius darbo paieškas ir priklauso amžiaus grupei nuo 15 iki 74 metų.

Analizuojant Lietuvos darbo rinkos ataskaitas, parengtas Valstybės duomenų agentūros, galima rasti kur kas daugiau rodiklių nei pateikiama tarp pagrindinių šalies ekonomikos rodiklių, kurie skaidomi į smulkesnius duomenis pagal demografinius rodiklius:

- gyventojų ekonominis aktyvumas;
- užimtumas;

- nedarbas;
- laisvos darbo vietos;
- darbuotojų skaičius;
- darbo užmokestis, darbo laikas ir darbo sąnaudos;
- streikai.

Gyventojai laikomi ekonomiškai aktyviais, jeigu užsiima visuomeniškai naudinga veikla (užimti gyventojai) bei darbingo amžiaus gyventojai galintys dirbti, tačiau duotuoju laikotarpiu neturintys darbo (bedarbiai). Tuo tarpu ekonomiškai neaktyvūs gyventojai yra tie, kurie nedirba ir neieško darbo. Lietuvos statistikos departamentas taip pat išskiria darbo jėgą ir potencialią darbo jėgą kaip specifinius su darbo rinka susijusius terminus, kurie detaliau apibūdinami 18 paveiksle. Siekiant suprasti gyventojų ekonominę užimtumą yra vertinami itin detalūs duomenys, kurie skaidomi pagal amžiaus grupes, lytį, išsilavinimą, darbo trukmę bei darbo sritį.



18 pav. Gyventojai pagal ekonominio aktyvumo statusą (Valstybės duomenų agentūra, 2022)

Pasauliniu mastu itin didelį vaidmenį atlieka Tarptautinė darbo organizacija (TDO), kuri buvo įkurta 1919 metais, iškart po Pirmojo pasaulinio karo įgyvendinant Versalio taikos susitarimus (TDO, 2019). TDO priklauso ir visos ES šalys. Ši organizacija buvo įkurta siekiant gilintis į augantį mirčių darbe skaičių ir siekiant sureguliuoti vyrų bei moterų teises į darbą bei saugumą ir sveikatą darbe. Šioje organizacijoje dalyvauja trys šalys, kurios turi lygias teises, šios šalys yra: valstybių narių administracijos vadovybė, darbuotojų ir darbdavių organizacijos. Viena iš pagrindinių priemonių yra reguliuoti teises į saugų darbą, kuriant tarptautinius standartus. Ši organizacija kuria programas, kurios turėtų padėti gerinti gyvenimo ir darbo sąlygas, taip pat numato tarptautinius darbo standartus, kurių turi laikytis organizacijos valstybės narės bei padeda šalims narėms įgyvendinti su darbo sąlygų gerinimu susijusias politikas, aktyviai dalyvauja švietimo ir tyrimo veiklose (LR socialinės apsaugos ir darbo ministerija). Šiuo metu jau yra išleista 189 konvencijos iš kurių išskiriamos aštuonios pagrindinės, tokios kaip priverstinio darbo, diskriminacijos, asociacijų laisvės, vaikų darbo ir kt.

Ši organizacija taip pat įsteigė darbo rinkos rodiklių pasaulinę duomenų bazę, kurioje galima rasti įvairiausius rodiklius. Tuo tarpu pati organizacija išskiria 17 pagrindinių darbo rinkos indikatorių (TDO):

1. darbo jėgos įsitraukimo norma - tai kiekis darbingo amžiaus šalies gyventojų (kiekvienoje šalyje darbingas amžius yra nustatomas atskirai), kurie dirba arba aktyviai ieškosi darbo. Rodiklis padeda pamatyti santykinį darbo pasiūlos lygį. Ši metrika yra skaidoma pagal lytį ir amžių siekiant įvertinti skirtumus tarp šių grupių;

2. užimtumo ir populiacijos santykis - šis rodiklis parodo, kiek darbingo amžiaus šalies gyventojų turi darbą palyginus su visa šalies populiacija. Kuo rodiklis aukštesnis, tuo didesnė populiacijos dalis yra dirbantys asmenys, o jei rodiklis žemas, tai reiškia, kad daugiau žmonių yra bedarbiai arba jau peržengę darbingo amžiaus ribą ir yra į pensiją išėję asmenys;
3. užimtumo statusas - tai rodiklis, kuriame darbuotojai yra skirstomi į dirbančius pagal darbo sutartį bei laisvai samdomus. Tuomet nustatoma, kokia dalis šių grupių asmenų yra visų dirbančių asmenų;
4. užimtumas pagal sektorių - rodiklis skaičiuojamas išskiriant tris sektorius: gamybą, agrokultūrą ir paslaugas. Tuomet vertinama, koks kiekviename sektoriuje yra užimtumo lygis ir lyginama su bendruoju to regiono užimtumo lygiu;
5. užimtumas pagal darbo sritį - remiantis tarptautiniu darbo srities klasifikatoriumi yra išskiriamos skirtingos darbo srities grupės, kurios dar skaidomos pagal lytį. Šį rodiklį ekonomistai naudoja siekdami suprasti pajamų pasiskirstymą per laiką pagal lytį;
6. nepilno etato darbuotojai - šis rodiklis vertina, kokia dalį visų dirbančiųjų sudaro darbuotojai, kurie dirba mažiau nei pilną etatą. Kadangi pilno etato valandų skaičius per savaitę valstybėse yra skirtingas ir tarptautiniu mastu nėra susitarimo, koks darbo valandų per savaitę skaičius yra laikomas pilnu etatu, tad kiekvienai valstybei rodiklis pritaikomas atskirai. Per pastaruosius dešimtmečius dirbančiųjų ne pilnu etatu sparčiai daugėjo ir viena iš to priežasčių - tai didėjantis dirbančių moterų skaičius. Taip pat šiam augimui turi poveikį besiplečiantis paslaugų sektorius ir verslų siekis lanksčiau organizuoti darbą;
7. darbo valandos - šis rodiklis skaidomas į dvi dalis, viena jų - vertinamos valandos per savaitę, kuomet darbuotojas dirbo, ir pagal tas valandas skirstomi į tipus: mažiau nei 15 valandų, 15–29 valandos, 30–34 valandos, 35–39 valandos, 40–48 valandos ir daugiau nei 48 valandos. O antroji rodiklio dalis – vidutinis metinis išdirbtų valandų skaičius. Šis rodiklis vertinamas todėl, kad išdirbtų valandų skaičius turi poveikį žmogaus sveikatai, produktyvumo lygiui ir darbo sąnaudoms;
8. užimtumas neformalioje ekonomikoje - darbas neformalioje ekonomikoje pasižymi legalumo trūkumu, kuomet nėra legalių darbo santykių patvirtinančių dokumentų, vyrauja prastos darbo sąlygos, neegzistuoja įsitraukimas į socialinės apsaugos sistemą, didesnė tikimybė nelaimingiems atsitikimams darbe ir ribojamos galimybės įkurti darbo asociaciją. Žinojimas, kiek žmonių dirba tokioje rinkoje yra svarbu, kadangi supratęs problemos mastą galima ieškoti sprendimų. Šis rodiklis dažniausiai yra aukštas besivystančiose ir gausiai apgyvendintose šalyse;
9. nedarbo lygis – tai vienas iš dažniausiai pasitaikančių darbo rinkos rodiklių, jis parodo, kokia dalis visų galinčių dirbti asmenų darbo neturi arba aktyviai jo ieškosi;
10. jaunimo nedarbo lygis – jaunimu šiuo atveju laikomi asmenys nuo 15 iki 24 metų amžiaus. Šis rodiklis jaunimo nedarbą atvaizduoja keturiais būdais: jaunimo nedarbo lygis, jaunimo nedarbo lygio ir suaugusiųjų nedarbo lygio santykis, jaunimo procentinė dalis bendrame nedarbo lygyje ir jaunimo nedarbo ir viso jaunimo populiacijos santykis;
11. ilgąjo laikotarpio nedarbas - ilgalaikis nedarbas gali turėti rimtesnių pasekmių palyginus su trumpalaikiu nedarbu. Trumpalaikio nedarbo pasekmes galima palengvinti išmokomis, santaupomis ar net šeimos narių pagalba, tuo tarpu ilgalaikis nedarbas gali privesti prie bankroto arba skolų. Ilgalaikis nedarbas dažniausiai nėra problema besivystančiose šalyse, kadangi jose trūksta nedarbingumo kompensavimo sistemų. Šis rodiklis dažniau stebimas išsivysčiusiose šalyse ir skaidomas pagal lytį ir amžiaus grupę;

12. nepakankamas užimtumas – į rodiklį įtraukiami visi asmenys, dalyvaujantys darbo rinkoje ir, norintys dirbti papildomas valandas. Tai darbo valandų trūkumas, kuris susidaro, jeigu sudėjus vieno dirbančiojo visų darbo vietų valandas yra neviršijama nustatyta riba. Tai valandos, kurias asmuo galėtų dirbti, kadangi sudėjus visas jo darbo valandas, nėra viršijama nustatyta riba. Šis rodiklis parodo nepakankamą darbo jėgos gamybinių pajėgumų išnaudojimą;
13. asmenys nepriklausantys darbo jėgai - neveiklumo lygis yra įvardijamas kaip situacija, kuomet asmuo nedirba ir neieško darbo ir skaičiuojamas vertinant pagal įvairias amžiaus grupes. Didžiausias dėmesys yra skiriamas amžiaus grupei nuo 25 iki 54 metų, kadangi tai asmenys, kurie jau yra pabaigę mokslus ir dar nepasiekė pensinio amžiaus. Dėl to svarbu suprasti, kodėl potencialūs darbuotojai yra neaktyvūs. Šis rodiklis vertinamas ir pagal lytį, o jeigu šalyje moterų neveiklumo lygis yra ženkliai aukštesnis, tai gali rodyti šalies neigiamą nusistatymą dėl dirbančių moterų ar šeimos struktūrą;
14. išsilavinimas ir neraštingumas - augant darbo rinkoms darosi vis svarbiau atsižvelgti į rinkose vyraujančius esamų ir potencialių darbuotojų įgūdžius. Tai nacionaliniu lygiu svarbus rodiklis, kadangi jis parodo, kokios yra galimybės valstybei pasiekti rezultatų įvairiose sektoriuose, pvz.: technologijų. Jei valstybėje turima daugiau specialistų, kurie turi technologinį išsilavinimą, tikėtina, kad ši valstybė pasieks aukštesnių technologinių laimėjimų palyginus su šalimi, kurioje šios srities specialistų yra mažiau;
15. atlyginimai ir darbdavio išlaidos - atlyginimas parodo dirbančiojo perkamąją galią, tuo tarpu kompensacinės išlaidos parodo darbdavio išlaidas patiriamas įdarbinus darbuotoją. Darbdavio su darbo santykiais susijusios išlaidos vertinamos ne tik skaičiuojant atlyginimą, bet ir pridedant papildomų privalumų, tokių kaip pensijų planai, gyvybės draudimas ir kitos išlaidos. Darbdavio išlaidos pateikiamos kaip vidutinės valandinės išlaidos;
16. darbo produktyvumas - šis rodiklis yra vienas iš būdų stebėti ekonomikos vystymąsi. Svarbu stebint šį rodiklį taip pat vertinti, kokie veiksniai skatina jo augimą. TDO išskiria šiuos veiksnius: mašinų ir mechanizmų kiekio augimas, sveikatos ir įgūdžių tobulinimai, naujų technologijų kūrimas ir organizacinių, fizinių ir institucinių infrastruktūrų tobulinimas;
17. skurdas, pajamų pasiskirstymas ir dirbanti skurdžioji klasė - skurdo lygis kiekvienoje valstybėje nustatomas individualiai. Šie trys rodikliai yra tarpusavyje susiję, kadangi skurdo lygis priklauso nuo gaunamų pajamų ir galimybės gauti darbą.

Taigi, peržiūrėjus TDO pateikiamus rodiklius ir jų reikšmę matoma, kad organizacija nerekomenduoja naudotis tik išvardintais rodikliais. Kadangi ši organizacija save laiko, rinkoje lyderiaujančia su darbo rinka susijusių rodiklių duomenų baze, tad jie pateikia šiuos rodiklius išskaidytus į įvairias mažesnes grupes, tokias kaip amžius ar lytis, kad būtų galima detalčiau vertinti rezultatus ir suprasti jų priežastis. Taip pat norint teisingai interpretuoti duomenis TDO rekomenduoja remtis ne vienu rodikliu, o sujungti kelis, tik tuomet bus teisingai suprastos priežastys ir išvengta interpretavimo klaidų.

Kadangi TDO skiria dėmesį tyrimams, atlikus paiešką šios organizacijos internetiniame puslapyje pavyko rasti 422 publikacijas susijusias su DI tema išleistas laikotarpyje nuo 1999 iki 2022 metų, iš kurių 12 buvo apie Europos regiono situaciją.

1997 metais Europos Sąjunga pristatė Europos užimtumo strategiją, kurios tikslas yra sugeneruoti kuo geresnių ir kuo daugiau darbo vietų ES šalyse. Ši strategija yra nuolat atnaujinama 2000 metais sukurto užimtumo komiteto (EK). Siekiant stebėti strategijos progresą buvo sukurta trijų žingsnių vertinimo sistema, kur viename iš žingsnių remiamasi dviem pagrindiniais kiekybiniais rodikliais

(ilgalaikio nedarbo norma, bedarbių, kuriems gresia skurdas norma), kurie dar skaidomi į smulkesnius rodiklius. Šiuos duomenis atvaizduoja užimtumo veiklos stebėjimo rodikliai, kurių yra 24 (Eurostat). Šiame sąraše tokie rodikliai kaip užimtumas, yra vertinami detaliau ir skaidomi pagal lytį, amžiaus grupę. Taip pat atsižvelgiama į niekur nesimokantį ir nedirbantį jaunimą, atlyginimo skirtumus pagal lytį, įsitraukimą į mokslus, nedarbo lygį ir t. t. Šie rodikliai parinkti taip, kad atitiktų keturias iš aštuonių „Europa 2020“ programos gaires (Eurostat):

- gairė nr.: 5: skatinti darbo paklausą;
- gairė nr.: 6: sustiprinti darbo pasiūlos lygį, kompetencijas ir įgūdžius;
- gairė nr.: 7: sustiprinti tinkamą darbo rinkos funkcionavimą;
- gairė nr.: 8: ugdyti socialinį įsitraukimą, mažinti skurdo lygį ir skatinti lygias galimybes.

Europos statistikos sistemos komitetas 2010 metais parengė projektą, kuriuo buvo siekiama sukurti rodiklius, kurie galėtų pamatuoti visuomenės pažangą, gerovę ir tvarų vystymąsi. Buvo sukurta Globojančioji grupė, kuri pateikė rekomenduojamų rodiklių paketą, kad būtų galima matuoti gyvenimo kokybės lygį. Šis rodiklių paketas gali būti tobulinamas pridėdant arba išimant reikiamus rodiklius, tačiau svarbiausia nuosekliai siekti pagrindinių šių rodiklių uždavinių - teikti informaciją apie tai, kas daro Europos regiono gyventojus laimingus ir kokie veiksniai veikia įvairių visuomenės sluoksnių gyvenimo kokybę ir kuo tie veiksniai skiriasi atsižvelgiant į skirtingas socialines gyventojų grupes (Lietuvos statistikos departamentas). Lietuvoje vertinant gyvenimo kokybę buvo išskirtos penkios rodiklių grupės:

1. socialinė atskirtis – įtraukti tokie rodikliai kaip: skurdo rizikos lygis, Užimtų gyventojų skurdo rizikos lygis, didelio materialinio nepritekliaus lygis, pajamų pasiskirstymo koeficientas, aprūpinimo būstu nepritekliaus lygis;
2. darbo rinka – vertinami rodikliai: nedarbo lygis pagal įvairias socialines ir demografines gyventojų grupes, dirbantys pagal terminuotą darbo sutartį;
3. tikėtina gyvenimo trukmė - vidutinė tikėtina (sveiko) gyventojų gyvenimo trukmė, kuri gali būti detalizuojama pagal lytį ir vietovę;
4. mirtingumas - kūdikių mirtingumo lygis pagal vietovę arba amžių, bendras mirtingumo lygis pagal lytį arba vietovę;
5. išsilavinimas - gyventojų išsilavinimas, anksti nustojęs mokytis jaunimas pagal vietovę arba lytį, mokymosi visą gyvenimą lygis, kuris gali būti skirstomas pagal vietovę ir lytį.

Darbo rinkai analizuoti ir taip rinkti informaciją apie Lietuvos gyventojų gyvenimo kokybę šiuo metu yra stebimi du pagrindiniai rodikliai. Dirbančių pagal terminuotą darbo sutartį asmenų dalis, kuri išreiškiama procentais nuo visų samdomų asmenų. Tuo tarpu nedarbo lygis vertinamas skaidant jį pagal:

- amžiaus grupes, gyvenamąją vietovę ir lytį;
- didžiuosius miestus kaip gyvenamąją vietą ir lytį;
- apskritis ir lytį;
- amžiaus grupes ir lytį.

Vertinant, kokie makroekonominiai rodikliai, susiję su darbo rinka, yra aktualiausi, svarbu atsižvelgti ir į regiono, kurį norima vertinti, problemas. Atsakyti į klausimą, ar tas regionas susiduria su nelygybe tarp socialinių grupių, taip pat svarbu atsižvelgti į istorinius aspektus, tokius kaip - ar regionas anksčiau buvo kolonija ar ne (Robson ir kt., 2007). Autoriai išskiria kelis su darbo rinka susijusius

rodiklius - užimtumas ir nedarbo lygis bei darbo užmokestis. Jei šie rodikliai yra žemi, tai gali privesti prie regione gyvenančių žmonių sveikatos problemų bei prastesnių gyvenimo sąlygų.

Europos mastu vertinant ekonomiką yra pasitelkiami euro ir pagrindiniai Europos ekonominiai rodikliai. Tai rodiklių rinkinys naudojamas vertinti Europos regiono ir atskirų šalių ekonominę padėtį. Pirmasis devyniolikos rodiklių rinkinys buvo pristatytas 2002 metais, o juos atrinko Eurostat. Vėliau šis rinkinys buvo papildytas dar septyniais naujais rodikliais (Eurostat, 2014). Šiuo metu sąrašė galima rasti 4 su darbo rinka susijusių rodiklių, kurie yra (Eurostat, 2011):

- nedarbo lygis (bendrasis, jaunimo nedarbas, vyresnių nei 24 metų asmenų nedarbas);
- laisvų darbo vietų skaičius;
- užimtumo lygis;
- darbo sąnaudų pokyčiai - rodiklis parodo valandines darbdavio patiriamas išlaidas susijusias su darbo jėgos samdymu. Šis rodiklis įtraukia bruto darbo užmokestį, socialinio draudimo įmokas, bet pašalina darbo dienų skaičiaus poveikį. Rodiklis išreiškiamas procentais.

Eurostat šiuos rodiklius pateikia dirbant kartu su Europos Centrinio banku (ECB) tam dedikuotame internetiniame puslapyje, o šiuos rodiklius galima peržiūrėti pagal norimą šalį. Atsižvelgiant į tai, kad darbo rodikliai, pateikti tarp pagrindinių Europos rodiklių, yra išskiriami kaip vieni pagrindinių vertinant Europos darbo rinkos situaciją, toliau darbe apžvelgiami šie rodikliai bendru Europos lygiu. Laisva darbo vieta pagal Lietuvos Statistikos departamentą yra apibūdinama kaip neužimta, naujai sukurta arba artimiausiu metu atsilaisvinsianti apmokama darbo vieta, kuriai užimti darbdavys aktyviai ieško tinkamo kandidato ir ketina jį įdarbinti kaip galima greičiau, abiem pusėms priimtinu metu. Svarbu, kad į statistiką įtraukiamos tik tos darbo vietos, kurioms darbuotojo yra ieškoma už įmonės ribų ir neįtraukiamos tos darbo vietos, kurioms darbuotojo yra ieškoma tos pačios įmonės viduje.

Darbo sąnaudų rodiklyje įtrauktos visos ekonominės sritys, išskyrus: agrokultūrą, miškininkystę, žuvininkystę, išsilavinimą, sveikatos socialinę ir privačių paslaugų sektorius. Darbo sąnaudomis yra laikomos visos darbdavio su darbuotoju susijusios išlaidos, tokios kaip darbo užmokestis, profesinio mokymo ir kvalifikacijos kėlimo išlaidos, tačiau neįtraukta darbdavio gaunamos subsidijos darbo užmokesčiui.

Analizuojant darbo rinkos rodiklius ir siekiant suprasti priežastis, kodėl rezultatai yra atitinkami, yra svarbu šiuos rodiklius skaidyti į detalesnius duomenis ir analizuoti pagal lytį, lokaciją, amžiaus grupę, socialinę grupę ar rinką, kadangi tai padeda geriau suprasti, kuri dalis turi daugiausiai įtakos rodikliui. Kartu remiantis ir kiekybiniais duomenimis, analizuojant politinius, socialinius ir ekonominius įvykius galima suprasti rodiklių reikšmes. Taip pat vertinant regiono duomenis ir siekiant suprasti situaciją regione galima palyginti tuos pačius rodiklius su kitais regionais, kad būtų galima susirinkti dar daugiau įžvalgų ir turėti kuo daugiau konteksto. Išanalizavus visus šiame skyriuje pateiktus rodiklius galima pastebėti, jog dažniausiai minimi rodikliai yra: bendras užimtumo lygis, jaunimo užimtumo lygis, nedarbo lygis ir darbo užmokestis.

2.3. Dirbtinio intelekto poveikis ekonomikai

DI rinka per paskutinius kelerius metus pradėjo sparčiai plėstis - investicijos į šias technologijas kasmet auga ir planuojama, kad 2035 metais jos sieks 38 mlrd. JAV dolerių. Tai viena iš priežasčių, jog ši rinka itin svarbi ekonomikai. 2017 metais Europos ekonomikos ir socialinių reikalų komitetas

pateikė pranešimą, kuriame skelbiamas susirūpinimas dėl DI poveikio, kuris gali būti dvilypis, bei įsipareigojo atidžiai stebėti šios technologijos raidą pasitelkiant įvairių specialistų, tokių kaip ekonomistų, etikos sargų ir kt., pagalbą. Kaip teigiama Lietuvos DI strategijoje, atlikti tyrimai rodo, kad technologija gali tapti vienu iš svarbiausių įrankių ekonomikos augimui, kadangi augimo tempas galėtų pagreitinėti ir padvigubėti. „PricewaterhouseCoopers“ (2018) atliktas tyrimas parodė, kad pasaulinis BVP galėtų pakilti 14 % iki 2030 metų. Šis BVP augimas paveiktų visus sektorius, kurių kiekvienas galėtų išaugti vidutiniškai 10 %. Didžiausias BVP augimas iki 2023 metų prognozuojamas paslaugų sektoriui (sveikatos apsaugos, švietimo, viešosios paslaugos ir kt.) - net iki 21 %. Tuo tarpu antrasis sektorius pagal augimą, teigiamai paveiktą besivystančių DI technologijų, bus mažmeninė ir didmeninė prekyba. Šiam sektoriui prognozuojamas 15 % augimas iki 2030 metų.

Aghion P. ir kt. (2017) atliko tyrimą, kuriame vertino, kaip DI plėtra agrokultūros sektoriuje gali paveikti šio sektoriaus ekonominius rodiklius. Buvo nustatyta, jog automatizavus šio sektoriaus procesus, BVP dalis tenkanti agrokultūrai ir žemės ūkiui - sumažės, tačiau per laiką šį sumažėjimą atvers kiti automatizuojami ekonomikos sektoriai. Šiame tyrime taip pat paminėta, jog DI technologijų diegimas gali skirtingai paveikti kapitalo dalį nacionaliniu lygiu, tačiau vertinant pavienius sektorius ryšio tarp DI augimo ir kapitalo dalies nenustatyta. Autoriai taip pat tyrė hipotezę, kad DI skatina populiacijos augimą, kadangi sukuria naujas užduotis. Šią hipotezę autoriai patvirtino vertindami modelį, kuriame analizavo DI technologijų plitimo poveikį mokslininkų skaičiaus augimui ir nustatė, kad poreikis tirti DI skatina naujų mokslininkų skaičiaus augimą. Tačiau autoriai pabrėžė, kad DI gali turėti neigiamą poveikį ekonomikai, kuomet yra derinamas žmogaus ir technologijų darbas. Jeigu DI technologijos jau yra įdiegtos įmonėje, o tai reiškia, kad verslas jau investavo pinigus, tačiau norint, kad technologija atliktų savo darbą, reikia, kad prieš tai savo užduotis atliktų žmogus, tai gali stabdyti verslo augimo rodiklius ir sulėtinti technologijų plėtrą bei nacionalinio BVP augimą.

Gries ir Naude (2020) tyrė DI poveikį tam tikroms užduotims, kadangi jie iškėlė hipotezę, jog ši technologija skirtingai veikia įvairias darbo sritis bei ne visos užduotys gali būti lengvai pakeičiamos automatizacijos technologijomis. Autoriai pastebėjo, kad DI gali sulėtinti šalies BVP augimą, jeigu darbo rinka bus neatspari DI augimui. Tuomet tikėtina, jog išaugs nelygybė, kadangi daugiausiai pajamų iš DI atiteks šių technologijų kūrėjams. Tokiu atveju, DI technologijų pasiūla augs kur kas greičiau nei paklausa ir visi šie išvardinti veiksniai gali neigiamai paveikti BVP augimo tempą šalies mastu. Autoriai taip pat atkreipia dėmesį, jog dėl DI sukeliamos nelygybės, darbo pajamų dalis bei produktyvumas gali ženkliai sumažėti, o šie rodikliai taip pat daro įtaką šalies BVP. Kadangi darbo rinkos rodikliai daro tam tikrą poveikį šalies pagrindiniams ekonominiams rodikliams, tad svarbu toliau analizuoti, kaip DI technologijos veikia darbo rinkos rodiklius.

2.4. Dirbtinio intelekto poveikis darbo rinkai

XIX a. kurtos technologijos pakeitė kvalifikuotą darbo jėgą, nes technologijos automatizavo procesus (Braverman, 1974; Hounshell, 1985; James ir Skinner, 1985; Goldin ir Katz, 1998), tuo tarpu XX amžiaus kompiuterinių technologijų revoliucija paveikė vidutines pajamas gaunančius darbuotojus, kadangi sumažėjo jų poreikis dėl naujos kartos technologijų, kurios gali atlikti darbą efektyviau. Beaudry ir kt. (2013) analizuodami augantį nedarbo lygį pastebėjo, kad neigiamą poveikį šiam rodikliui turi sumažėjusi kognityvinių gabumų turinčių aukštesnės kvalifikacijos specialistų paklausa. Šis pokytis paveikė ne tik kognityvinių įgūdžių reikalaujančių darbo vietų netekusius specialistus, bet ir žemesnės kvalifikacijos darbuotojus, kadangi juos pakeitė darbo netekę aukštesnės kvalifikacijos

darbuotojai. Autorių teigimu kognityvinių įgūdžių reikalaujančių darbo vietų sumažėjimui daugiausiai įtakos padarė besivystančios informacinės technologijos. Atsižvelgiant į šiuos du itin skirtingus technologijų poveikio vertinimus svarbu nuolat tęsti technologijų poveikio darbo rinkai tyrimus, kadangi technologijos nuolat keičiasi ir atlieka vis kitokių įgūdžių reikalaujančias užduotis (Peng ir kt., 2018).

Mincer (2003) analizuodamas technologijų poveikį darbo rinkai pastebėjo tam tikrą tendenciją tarp rodiklių tarpusavio ryšio ir pavadino jį technologiniu ciklu. Šis ciklas veikia taip, jog augantis technologijų pritaikomumas skatina žmogiškosios darbo jėgos paklausos augimą, o tai didina žmogiškojo kapitalo grąžos normą ir taip didina atlyginimų skirtumą tarp aukštesnės ir žemesnės kvalifikacijos darbuotojų. Investicijos į žmogiškąjį kapitalą skatina grąžos normos augimą, o auganti žmogaus darbo jėgos paklausa didina aukštesnio išsilavinimo siekiančių asmenų skaičių ir taip mažina darbo užmokesčio nelygybę.

Vertinant įvairių autorių straipsnius pastebima, kad technologijų įvairovė skatina jų poveikį vertinti atitinkamai pagal kiekvieną technologiją atskirai. Rinkoje vyrauja didelė technologijų tipų įvairovė, o kiekviena technologija kuriama spręsti skirtingą problemą arba suteikti skirtingo tipo galimybes visuomenei. Dėl to svarbu atsižvelgti į technologijos tipą siekiant suprasti jos poveikį darbo rinkos rodikliams. Frey ir Osborne (2013) teigia, kad naujausios technologijos tokios kaip DI, paveiks žemos kvalifikacijos darbuotojus, kadangi šiems teks persikvalifikuoti, kad galėtų atlikti darbus, kurių DI technologijos dar negali atlikti, tai kūrybiškumo ir socialinių įgūdžių reikalaujančios užduotys.

Webb (2020) atrinko profesijas, kurios gali būti pakeistos DI technologijomis ir tyrė empirinį ryšį tarp DI technologijų poveikio profesijoms bei užimtumo ir atlyginimo pokyčio 1980-2010 m. laikotarpiu. Autoriaus teigimu, DI technologijos paveiks kito tipo žmones negu pakeitė kompiuterinė įranga arba robotai. Robotai turėjo daugiausiai įtakos žemos kvalifikacijos darbuotojams ir dėl besiplečiančios robotizacijos žmonės netekdavo darbo vietos. Tuo tarpu programinė įranga paveikė vidutinės kvalifikacijos darbuotojus, pavyzdžiui, Excel programa daugelį skaičiavimų gali atlikti pati, tad nebereikia žmonių, kurie naudodavosi skaičiuotuvais bandydami išvesti formules. DI technologijų plėtra įmonėse labiausiai paveiks aukštos kvalifikacijos darbuotojus bei vyresnio amžiaus žmones, kadangi empirinis tyrimas parodė, jog ilguoju laikotarpiu užduočių darbe pasikeitimas dėl įvedamų DI technologijų, neigiamai paveiks užimtumą ir darbo užmokesť.

Genz ir kt. (2021) atliko apklausą, kurioje buvo tiriami darbuotojai kaip individai, o tikslinė auditorija buvo suskirstyta į dvi grupes – įmonių, kurios diegia DI technologijas darbuotojai ir darbuotojai įmonių, kurios nesidiegia DI technologijų. Šių autorių tyrimas atskleidžia priešingus rezultatus nei aukščiau paminėtų autorių darbai. Autoriai tiria dviejų kartų technologijas, 3.0 (industriniai robotai, kompiuteriai) ir 4.0 (DI, virtuali realybė, trimatis spausdinimas) ir išskiria, kad šios technologijos skirtingai veikia darbo rinką. Tyrime rašoma, kad 3.0 technologijos teigiamai veikia užimtumo stabilumą ir lemia atlyginimo augimą, tuo tarpu 4.0 technologijų augimas daro teigiamą įtaką atlyginimų augimui, tačiau neturi ryšio su darbo užmokesčio rodikliu. Toliau autoriai tiria gamybos ir paslaugų sektorius ir pastebima, kad paslaugų sektoriui labiau naudinga diegti 4.0 technologijas, kadangi šio sektoriaus pelnas įsidiegus DI technologijas bus didesnis nei tas pačias technologijas įsidiegusios gamybos įmonės. Pastarosios išvados taip pat siejasi su Webb (2020) tyrimu, kuriame buvo teigiama, kad robotų diegimas mažina darbo vietų skaičių žemos kvalifikacijos darbo sektoriuje, tuo tarpu žemos kvalifikacijos darbuotojais yra laikomi tie, kurie atlieka monotonišką darbą, pvz.: automobilio detalių surinkimas, gėrimų supilstymas į tarą ir kiti, kurie atliekami gamybos linijose.

Acemoglu ir Autor (2010) tyrė JAV ir kitų išsivysčiusių šalių pajamų ir darbo pasiskirstymo pasikeitimus ir kaip šiuos rodiklius veikė technologijų vystymasis ir nustatė, kad nors technologijos skirtingose šalyse vystėsi panašiu tempu ir buvo sukurtos panašioms problemoms spręsti, tačiau darbo užmokesčio pasikeitimai reaguodami į technologijų augimą reagavo skirtingai tose pačiose valstybėse. Autoriai pateikė kelias priežastis, kodėl tokios pačios technologijos skirtingai veikia darbo užmokesčio rodiklį. Viena iš priežasčių gali būti tai, jog siekiant pritraukti naujas technologijas, tam reikalingos išankstinės investicijos, tačiau kiekviena valstybė taiko skirtingas reguliacines priemones tokioms investicijoms, dėl to darbo užmokesčio rodiklis yra nevienodas lyginant įvairias šalis tarpusavyje. Autoriai taip pat pabrėžia, kad jų modelis leido nustatyti, jog technologiniai pasikeitimai darbuotojus paveikė skirtingai ir efektas priklauso nuo to, kokias užduotis darbuotojas atlieka. Labiausiai darbo užmokestis sumažėjo darbuotojams, kurie atlikdavo kognityvines ir įprastas, pasikartojančias užduotis. Tuo tarpu besikeičiančios technologijos padidina atlyginimą žmonių, kurie atlieka užduotis, reikalaujančias lankstumo, problemų sprendimo įgūdžių bei tarpasmeninių įgūdžių. Autoriai savo sukurtu modeliu taip pat patvirtina Baumol (1967) argumentą, kuris teigia, jog technologijų pokyčiai padidino užimtumo lygį paslaugų sektoriuje, kadangi čia technologijų integracija lėtesnė, o prekių ir paslaugų sukūrimas papildo gamybinį sektorių.

Acemoglu ir Restrepo (2018) sukūrė conceptualų modelį, kad galėtų analizuoti kaip ir kodėl technologijos gali pakeisti žmogaus darbą ir paskatinti darbo užmokesčio stagnaciją. Autoriai vertino modelį, kuriame kai kurios užduotys, kurias anksčiau atlikdavo žmonės, buvo automatizuotos, o kitos technologijų atliekamos užduotys iš dalies palengvino žmogaus darbą. Buvo nustatyta, kad ilguoju laikotarpiu technologijų atliekamas darbas tampa pigesnis nei žmogaus darbas. Autoriai pastebėjo, kad automatizacijos sistemos mažina užimtumo lygį dėl to, kad technologijos padidina bendrą produkciją tenkančią vienam darbuotojui labiau, nei dėl technologijų diegimo padidėja darbo užmokestis. Įvertinus straipsnio autorių tyrimo rezultatus pastebėta, kad svarbu skatinti naujų užduočių kūrimą, kuris didintų žmogaus darbo paklausą. Jeigu bus kuriama vis daugiau naujų užduočių, kurių iki šiol nereikėdavo, tuomet darbuotojai taip pat privalo gebėti persikvalifikuoti ir mokytis naujų įgūdžių. Tam, kad darbuotojai galėtų siekti karjeros naujoje srityje, švietimo sektorius taip pat turi prisitaikyti prie besikeičiančios situacijos darbo rinkoje ir pasiūlyti naujų mokymosi šakų, kurios išmokytų žmones, kaip atlikti naujai sukurtas užduotis.

Vėlesniame savo straipsnyje, išleistame 2019 metais, Acemoglu ir Restrepo analizavo technologijų ir naujų darbo užduočių poveikį ekonomikai. Autoriai pabrėžė, kad teiginys, jog visi technologijų tipai padidina darbo paklausos pasiūlą, dėl technologijų skatinamo produktyvumo, yra neteisingas. Automatizacijos technologijos visuomet mažina žmoniškojo kapitalo dalis pramonėje ir veda prie lėtesnio darbo užmokesčio ir produktyvumo metrikų augimo. Jeigu anksčiau buvo pastebimas spartus atlyginimo augimas, taip buvo dėl to, kad tam tikro tipo technologijų atsiradimas paskatino naujų darbo užduočių sukūrimą ir tai atsivėrė automatizacijos technologijų poveikį darbo gamybos rinkai. Autoriai pabrėžia technologijų tipų skirtumų svarbą ir teigia, kad visos technologijos negali būti vertinamos vienodai ir ateities darbo rinka priklausys nuo to, kokios technologijos bus vystomos, tai yra ar bus skatinamos technologijos, kurių dėka reikės kurti naujas užduotis. Vienas iš pavyzdžių, kodėl technologijų poveikį ekonomikai reikia vertinti pagal jos tipą, yra automatizacijos technologijos, kurios autorių teigimu gali sumažinti darbo jėgos dalį ir paklausą, kai tuo tarpu technologijos skatinančios naujų darbo užduočių kūrimąsi skatina darbo jėgos dalį. Autoriai vertino paskutinių dešimtmečių JAV darbo rinkos rodiklius ir nustatė, kad darbo paklausos rodiklių stagnaciją lėmė spartus automatizacijos technologijų diegimas gamybos sektoriuje ir lėtėjantis naujų

darbo užduočių kūrimas. Šios priežastys taip pat paveikė šalies ekonomiką, kadangi sulėtino produktyvumo augimą. Taigi, svarbu skatinti augimą technologijų, kurių dėka atsiranda naujos darbo funkcijos, o tokių technologijų plėtra priklauso nuo tokių faktorių kaip - reikiamų įgūdžių pasiūla, demografiniai pokyčiai, valdžios politika, kurią sudaro mokesčiai bei biudžetas skirtas moksliniams tyrimams ir technologijų plėtrai, rinkos konkurencija, korporatyvinės strategijos ir inovatyvių klasterių ekosistema.

Eloundou ir kt. (2023) tyrė kaip kalbos apdorojimo algoritmas, toks kaip „Chat GPT“ gali paveikti darbo rinkos rodiklius JAV. Autoriai analizavo tokius rodiklius kaip darbo užmokestis, užimtumo lygis. Taip pat atsižvelgė į skirtingas profesijas, kad nustatytų, kurios iš jų gali būti labiausiai paveiktos kalbos apdorojimo algoritmo technologijų. Pastebėta, jog šios technologijos labiausiai gali paveikti aukštesnes pajamas gaunančius darbuotojus, tačiau užimtumo lygis nekoreliuoja su kalbos apdorojimo technologija, tad neturėtų būti pastebimas pakitimas, jei ši technologija toliau tobulės ir bus vis plačiau naudojama. Vertinant pagal darbuotojo įgūdžius pastebima, kad apytiksliai 19 % skirtingų darbų, iš kurių 50 % užduočių gali būti paveiktos kalbos apdorojimo technologijų. Tokie produktai kaip „Chat GPT“ daugiausiai darbo užduočių gali perimti iš matematikos specialistų, mokesčių skaičiuotojų, rašytojų ir autorių bei interneto svetainių dizainerių. Autoriai pabrėžia, kad ši technologija padidina žmogaus produktyvumą darbe, tad tai nereiškia, jog darbuotojai turintys profesijas, kurios įvardijamos kaip labiausiai paveikiamos dėl DI technologijos, praras darbą, kadangi technologija tik padės sutaupyti laiko, bet nepakeis visų šių specialybių darbuotojų. Kadangi šio tipo DI technologijos sparčiai tobulėja, tikėtina, jog poveikis darbo rinkai ateityje dar labiau stiprės, tad straipsnyje pabrėžiama valstybinių institucijų įsitraukimo svarba. Tai yra svarbu, kadangi nuo priimamų politikos sprendimų, susijusių su DI technologijų plėtra, priklausys ir ekonominė bei socialinė visuomenės gerovė.

DI technologijos tema pastaruoju metu tapo itin populiari ne tik socialinėje erdvėje, bet ir nacionalinėje bei tarptautinėje erdvėje tarp politikos veikėjų. Europos Parlamentas 2022 metais išleido rezoliuciją dėl DI skaitmeniniame amžiuje. Šioje rezoliucijoje išvardinti šeši atvejo tyrimai, apibūdinantys DI technologijų galimybes, grėsmes ir kliūtis:

1. DI ir sveikata;
2. DI ir žaliasis kursas;
3. išorės politika ir DI saugumo aspektas;
4. DI ir konkurencingumas;
5. DI ir darbo rinka;
6. DI ir demokratijos ateitis.

Visos išvardintos kryptys susiduria su įvairiomis DI technologijų sukeliama grėsmėmis ir kliūtimis, tačiau taip pat ir galimybėmis. Europos Parlamentas pabrėžia, kad diegiant DI technologijas galima pasiekti net 11-37 % darbo našumo augimą, tačiau šios technologijos poveikis darbo rinkai yra daugialypis ir svarbu spręsti etinius, teisinius ir su užimtumu susijusius klausimus, kurie kelia susirūpinimą visuomenei. Viena iš DI keliamų rizikų susijusių su darbo rinka – tai augantis laisvų aukštos kvalifikacijos specialistų skaičius, kuris gali privesti prie didesnės pajamų nelygybės, kadangi šie specialistai netekę darbo, gali perimti darbo vietas iš žemesnės kvalifikacijos darbuotojų. Taip pat DI technologijos gali gerinti visuomenės gyvenimo lygį, kadangi automatizavus procesus būtų galima kurti naujas užduotis, skatinti žmones tobulėti, taip pat mažinti darbo valandų skaičių, o tai teigiamai veikia žmogaus fizinę ir psichologinę sveikatą. Siekiant skatinti teisingą DI technologijų vystymąsi

ir panaudojimą, svarbu, kad atitinkami pakeitimai būtų vykdomi švietimo sektoriuje, kadangi pagal atliktą apklausą pastebėta, jog 70 % iš visų apklaustų verslo įmonių investuoti į dirbtinį intelektą trukdo darbuotojų, turinčių DI technologijų įgūdžių, trūkumas. Rezoliucijoje pabrėžiama, kad Europa stipriai atsilieka nuo JAV ir Kinijos investicijų į DI technologijas kiekiu, kadangi šiems dviem regionams priklauso apie 80 % metinių nuosavo kapitalo investicijų, kai tuo tarpu Europos dalis yra vos 7 %.

DI skaitmenizacijos amžiuje komitetas (AIDA) 2021 metais išleido darbinį dokumentą, kuriame patvirtinama, jog DI gali pagerinti darbo saugumą ir dirbančiųjų sveikatą, kadangi gali automatizuoti pavojingas sveikatai darbo užduotis, taip pat sumažinti rutininį darbą. Tačiau ši technologija taip pat gali sustiprinti jėgų disbalansą, diskriminaciją ir šališkumą, o šios technologijos efektas ekonomikai priklauso nuo žmonių, kurie vysto šią technologiją, ar jie atsižvelgia į etinius ir saugumo klausimus. Ne kartą įvairiuose darbuose minėta, kad DI gali pagerinti verslo rodiklius, sukurti naujas darbo vietas, skatinti darbo jėgos tobulėjimą mokantis ir sumažinti fizinį pavojų darbo vietoje. Tad tik nuo žmonių, verslo įmonių elgesio ir technologijų panaudojimo tikslų priklausys, kaip jos paveiks visuomenę ir ekonomiką. Tam, kad žmonės gebėtų tinkamai panaudoti DI technologijas, svarbu suteikti galimybes jiems mokytis, šviesti apie technologijų potencialą ir rizikas bei nubrėžti aiškias etikos gaires, kuriomis būtų skatinama vadovautis. Tačiau pastebėta, jog dėl technologijų sukuriamos darbo vietos ne visuomet yra teigiamas rezultatas, kadangi tai gali būti mažai apmokamos, stresą dėl nepakankamo žinių turėjimo, keliančios užduotys. Pabrėžiama, jog vertinant technologijų poveikį darbo rinkai svarbu atskirti sektorius, kadangi poveikis kiekvienam sektoriui bus skirtingas. Taip pat atskirai reikia vertinti ir poveikį pagal lytį, kadangi iš visų DI technologijų srityje dirbančių žmonių tik 20 % yra moterys. AIDA išleistas dokumentas patvirtina, jog DI technologijos turi daugialypį poveikį ir norint tiksliai prognozuoti ateitį, svarbu vertinti kiekvieną rinkos sektorių atskirai bei rezultatus analizuoti atskirai pagal lytį, kitu atveju gali būti iškreipti rezultatai.

Analizuojant mokslinius straipsnius galima pastebėti tendenciją, jog yra keletas autorių, kurie kategoriškai pasisako, jog DI technologijų vystymasis neigiamai paveiks tam tikrų socialinių sluoksnių darbuotojus arba darbo rinkos rodiklius, tačiau pastaruoju metu išleistų straipsnių autoriai vis labiau pabrėžia, jog DI technologijų poveikis darbo rinkai priklausys nuo to, kaip visuomenė ir valdžios institucijos reaguos į pokyčius ir ar sugebės juos suvaldyti. Autor ir kt. (2022) savo ataskaitoje teigia, kad nepastebėjo požymių, jog technologinis augimas galėtų neigiamai paveikti ekonominį dirbančiųjų saugumą arba priešingai - kad gerėjanti situacija darbo rinkoje galėtų turėti neigiamos įtakos technologijų plėtrai. Autoriai pabrėžia, kad siekiant ekonominės dirbančiųjų gerovės ir technologinės plėtos svarbu skatinti institucinį inovatyvumą, investuojant į mokslą, kad švietimas neatsiliktų nuo technologijų rinkos augimo ir spėtų paruošti specialistus, kurie gebės tinkamai naudoti technologijas ir kurti naujas atsižvelgiant į vis dažniau aptariamus etinius ir saugumo klausimus. Jeigu žmonės supras, kokias rizikas gali sukelti technologijos, tuomet tikėtina, jog sugebės suvaldyti technologijų tobulėjimą ir užkirsti kelią jų neigiamam poveikiui.

3. Dirbtinio intelekto darbo rinkos rodikliams tyrimo metodologija

Antroje šio darbo dalyje aptartų autorių (Mincer, 2003; Frey ir Osborne, 2013; Webb, 2020; Genz ir kt., 2021; Acemoglu ir Autor, 2010; Acemoglu ir Restrepo, 2018; Acemoglu ir Restrepo, 2019; Eloundou ir kt., 2023) atlikti tyrimai, kuriuose bandyta nustatyti DI technologijų poveikį darbo rinkai, buvo paremti įvairiais modeliais, o vertinimui parinkti skirtingi technologijų ir darbo rinkos rodikliai. Tyrimai buvo atlikti vertinant Jungtinių Amerikos Valstijų, Kinijos arba pavienių Europos šalių rinkas, tačiau pastebėta, jog tyrimų apie Europos regioną trūksta. Taip pat skirtingi autoriai tyrimams pasirinkdavo tik vieno tipo DI technologiją, kuri negali būti taikoma visai darbo rinkai, kadangi veikia tik specifinės darbo srities specialistus. Pastebėta, kad Europos Sąjunga daugeliu DI technologijų rodiklių atsilieka nuo Kinijos ir JAV, tačiau yra užsibrėžusi tikslą tobulėti šioje srityje dėl to skiria jai vis didesnę finansavimą. Dėl šių problemų yra svarbu tirti DI technologijų poveikį Europos regione įtraukiant naujausius statistikos duomenis.

5 lentelė. Tyrime naudoti DI ir darbo rinkos rodikliai

Rodiklis	Rodiklio grupė	Priklausomas/nepriklausomas
Investicijos į DI technologijas, mln. JAV dolerių	Dirbtinis intelektas	Nepriklausomas
DI specialistų koncentracija, %	Dirbtinis intelektas	Nepriklausomas
Įmonės, įsidiegusios DI technologijas, %	Dirbtinis intelektas	Nepriklausomas
DI kursai anglų kalba, %	Dirbtinis intelektas	Nepriklausomas
DI kursai anglų kalba, tūkst.	Dirbtinis intelektas	Nepriklausomas
Programuotojų įsitraukimas į DI projektus, %	Dirbtinis intelektas	Nepriklausomas
DI moksliniai straipsniai, %	Dirbtinis intelektas	Nepriklausomas
Nauji DI startuoliai, vnt.	Dirbtinis intelektas	Nepriklausomas
Užimtumo lygis, %	Darbo rinka	Priklausomas
Nedarbo lygis, %	Darbo rinka	Priklausomas
Vidutinis atlyginimas, %	Darbo rinka	Priklausomas
Laisvų darbo vietų lygis, %	Darbo rinka	Priklausomas
Darbo našumo lygis, %	Darbo rinka	Priklausomas

Tyrime naudoti rodikliai skirstomi į dvi grupes ir pateikiami 5 lentelėje. Darbo rinkos rodikliai pasirinkti atsižvelgiant į šio tyrimo antroje dalyje aprašytų autorių vertintus parametrus. Šie rodikliai buvo surinkti iš Eurostat duomenų bazės. Tuo tarpu su DI susiję duomenys buvo gauti iš OECD.AI interaktyvios sistemos. Skaičiavimams atlikti buvo surinkti 32 individualių Europos šalių metiniai duomenys. Tačiau kiekvienos valstybės rodikliai pateikiami skirtingu laikotarpiu, pvz.: kai kurių DI rodiklių laiko eilutė yra 2 metai (2020-2021 metai), tuo tarpu darbo rinkos rodiklių duomenys yra nuo 2012 iki 2022 metų. Taip pat ne visos Europos šalys pateikia kai kurių rodiklių duomenis, dėl to tyrime bus vertinami visų Europos šalių rodiklių ryšiai ir šalys nebus vertinamos individualiai.

Tyrimas paremtas problematika, kuri iškelta pirmojoje šio darbo dalyje ir atliekamas analizuojant ryšius tarp DI ir darbo rinkos rodiklių bei DI rodiklių tarpusavyje. Vertinant DI ir darbo rinkos rodiklius, nepriklausomais kintamaisiais šiame tyrime buvo DI technologijų rodikliai.

Skaičiavimai atliekami naudojant EViews 12 programą. Toliau pateikiama detali tyrimo eiga:

1. Kintamųjų pasiskirstymas pagal normalųjį skirstinį vertinamas remiantis Jargue – Bera kriterijumi.
2. Kintamųjų integruotumas paskaičiuojamas dviem skirtingais būdais: Levino bei apibendrinto Dikio ir Fulerio. Jei šie testai parodys skirtingus rezultatus, tuomet bus remiamasi Levino testo rezultatais, nes jis yra tinkamesnis panelinių duomenų tyrimo atveju. Levin tikimybė vertina visus stebinius kartu kaip vieną visumą, tuo tarpu ADF tikimybė vertina kiekvienos šalies stebinius atskirai ir jei bent vienos šalies atveju yra atmetama H_0 hipotezė, tuomet tikimybė yra atmetama.
3. Koreliacija vertinama Pirsono koreliacijos koeficientu. Jeigu t-testo tikimybė yra mažesnė už pasiklivimo lygmenį ($p < 0,05$), tuomet ryšys yra reikšminis. Dėl itin skirtingo laiko eilučių ilgio kiekvienam rodikliui taip pat pateikiamas stebinių skaičius.
4. Kintamųjų priežastingumas vertinamas atliekant Grangerio testą. Jeigu gauta tikimybės reikšmė yra mažesnė už pasiklivimo lygmenį ($p < 0,05$), tuomet priimama H_1 , o tai reiškia, jog priežastinis ryšys tarp dviejų tiriamų parametrų egzistuoja. Kadangi laiko eilutė nėra ilga, dėl to pasirinktas didžiausias vėlinimų skaičius — 5.
5. Jeigu nustatytas reikšminis koreliacijos ryšys ir/arba priežastinis ryšys, o rodikliai yra pirmos eilės integruoti procesai, tuomet kuriamas ARDL modelis siekiant nustatyti kointegruotumą. Norint sukurti ARDL modelį pradžioje svarbu išsiaiškinti, kiek vėlinimų, reikia įtraukti. Tai nustatoma remiantis Švarco informaciniu kriterijumi (SC).
6. Sudarius ARDL modelį tikrinamas jo stabilumas sudedant visas priklausomo kintamojo diferencijuotas vėlinimų reikšmes. Jeigu reikšmių suma neviršija 1, tuomet modelis yra stabilus. ARDL modelio su nestacionariais kintamaisiais išraiška užrašoma taip:

$$\Delta y_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta y_{t-i} + \sum_{j=0}^q \gamma_j \Delta x_{t-j} + \theta_1 y_{t-1} + \theta_2 x_{t-1} + e_t \quad (1)$$

7. Jeigu nustatyta, kad ARDL modelio kintamieji yra stacionarūs, tuomet šio modelio išraiška užrašoma taip:

$$Y_t = \alpha + \rho_1 Y_{t-1} + \dots + \rho_p Y_{t-p} + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \dots + \beta_q X_{t-q} + U_t \quad (2)$$
8. Toliau vertinamas rodiklių kointegruotumas remiantis Wald testo F-statistikos tikimybe. Rezultatai interpretuojami atsižvelgiant į testo hipotezes:
 – $H_0: \theta_1 = \theta_2 = 0$
 – $H_1: \theta_1 \neq \theta_2 \neq 0$

9. Jeigu kointegruotumas egzistuoja, tuomet skaičiuojamas ilgalaikis multiplikatorius, kurio išraiška:

$$-(\theta_2/\theta_1) \quad (3)$$

10. Kuriamas regresijos modelis (daugialypis – DTR arba porinis – PTR) siekiant įvertinti vieno ar daugiau nepriklausomo kintamojo poveikį priklausomam kintamajam. DTR modelio lygtis:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_j X_j + \dots + \beta_m X_m + U \quad (4)$$

11. Į modelį įtraukiami visi DI rodikliai, kurie turi koreliacinį ir/ar priežastinį ryšį su darbo rinkos rodikliu. Sukūrus DTR ar PTR modelį vertinamas parametrų ir modelio reikšmingumas, modelio tikslumas. Nereikšminiai rodikliai DTR modelyje šalinami po vieną pradedant nuo to, kuris yra nereikšmingiausias (kurio tikimybė yra didžiausia). Taip pat pateikiamas galutinis modelis,

kuriame lieka tik reikšminiai kintamieji. Modelio tikslumas vertinamas remiantis pataisytu determinacijos koeficientu (pataisytas R^2), modelio reikšmingumas vertinamas pagal Fišerio statistikos (F-statistikos) tikimybę. Taip pat vertinamos liekamųjų paklaidų prielaidos: nulinio vidurkio, normalumo (pagal Jarque-Bera kriterijų) bei autokoreliacijos nebuvimas (pagal Breusch-Pagan LM testą).

4. Dirbtinio intelekto poveikio Europos šalių darbo rinkos rodikliams vertinimo rezultatai

Siekiant išsiaiškinti DI technologijų poveikį darbo rinkos rodikliams Europoje, atliekami skaičiavimai, pradžioje įvertinant koreliaciją bei priežastingumo ryšius, o vėliau kuriant autoregresijos paskirstyto vėlinimo (ARDL) ir daugialypį regresijos (DTR) modelius. Šis tyrimas susijęs su DI technologijų rinkos analize ir neįtraukia kitų sričių specialistų bei kitos srities technologijų.

6 lentelė. Pagrindinės rodiklių reikšmės

	Vidurkis	Mediana	Didžiausia reikšmė	Mažiausia reikšmė	Standartinis nuokrypis	Stebinių skaičius
Investicijos į DI technologijas, mln. JAV dolerių	322.2884	31.50	8366.00	0.0000	969.3560	238
DI specialistų koncentracija, %	0.9896	0.8550	3.5100	0.27	0.5411	180
Įmonės, įsidiegusios DI technologijas, %	7.1111	6.00	24.00	0.0000	4.7926	54
DI kursai anglų kalba, %	1.3693	0.46	24.99	0.02	4.0029	155
DI kursai anglų kalba, tūkst.	44.3783	19.00	992.00	1.00	116.2713	150
Programuotojų įsitraukimas į DI projektus, %	0.8105	0.34	8.76	0.0000	1.3108	352
DI moksliniai straipsniai, %	0.6352	0.37	3.87	0.01	0.8444	352
Nauji DI startuoliai, vnt.	21.7600	21.00	53.00	1.00	14.8634	50
Užimtumo lygis, %	72.1445	73.20	87.80	51.00	7.5424	339
Nedarbo lygis, %	7.9854	6.80	27.80	2.00	4.4987	328
Vidutinis atlyginimas, %	18304.38	13825.55	47872.93	2710.66	11179.66	305
Laisvų darbo vietų lygis, %	5.8417	1.50	117.70	0.40	21.3610	302
Darbo našumo lygis, %	99.0138	95.05	223.50	43.10	30.4621	326

Prieš atliekant skaičiavimus 6 lentelėje pateikiamos visų tyrime naudojamų rodiklių pagrindinės reikšmės. Pagal pateiktus duomenis matoma, kad rodiklių stebinių skaičius skiriasi, kadangi nors naudojamas šalių sąrašas yra identiškas, tačiau ne visos šalys pateikia duomenis vienodu laikotarpiu. Mažiausiai stebinių turi naujų DI startuolių skaičiaus rodiklis, kadangi šie duomenys pateikiami tik 2020 ir 2021 metų. Pastebėta, kad daugiausiai investicijų į DI technologijas (8,3 tūkst. EUR) buvo surinkta Jungtinėje Karalystėje 2021 metais, o didžiausia DI specialistų koncentracija 2022 metais buvo Vokietijoje (3,51 %). Tuo tarpu DI investicijų nebuvo pritraukta Liuksemburge (2019 m.), o mažiausia DI specialistų koncentracija buvo nustatyta Latvijoje (2017 m.). Daugiausiai DI technologijas įsidiegusių įmonių yra Danijoje (24 %), o mažiausiai — Graikijoje (0 %). Didžiausias DI kursų pasirinkimas buvo Jungtinėje Karalystėje, o mažiausias Graikijoje. Taip pat Jungtinėje Karalystėje pastebėtas didžiausias programuotojų įsitraukimas į viešai prieinamus DI projektus (8,76 %) bei didžiausias išleistų mokslinių straipsnių lygis (3,87 %). Lietuvoje, Maltoje bei Kipre pastebėtas mažiausias įsitraukimas į DI projektus (0 %), o žemiausias skaičius išleistų mokslinių straipsnių (0 %) pastebėtas Maltoje ir Islandijoje. Tuo tarpu daugiausiai kasmet įsteigiamų DI technologijas kuriančių startuolių galima rasti Danijoje (53), o mažiausiai Olandijoje (1). Aukščiausias užimtumo lygis pastebimas Islandijoje (87,8 %), o žemiausias Turkijoje (51 %). Didžiausias nedarbo lygis buvo 2013 metais Graikijoje, o mažiausias 2019 metais Čekijoje.

Aukščiausias vidutinis metinis atlyginimas nustatytas 2021 metais Šveicarijoje, o žemiausias - 2012 metais Bulgarijoje. Laisvų darbo vietų lygio aukščiausia reikšmė (117,7 %) nustatyta Danijoje 2017 metais, o žemiausia (0,4 %) reikšmė pastebėta net keliose šalyse — Graikijoje (2020 m.), Ispanijoje (2014 m.), Kipre (2013), Lenkijoje (2012-2013 m.) ir Portugalijoje (2012-2013 m.). Aukščiausias darbo našumo lygis nustatytas Airijoje (223,5 %), o žemiausias Bulgarijoje (2013).

4.1. Kintamųjų pasiskirstymo ir stacionarumo vertinimas

Duomenų normaliojo skirstinio vertinimas svarbus žingsnis siekiant suprasti, ar pateiktų rodmenų pasiskirstymo nukrypimas yra statistiškai reikšmingas ir duomenys yra pasiskirstę pagal normalųjį (Gauso) skirstinį. Šioje dalyje siekiant kuo tiksliau įvertinti duomenų normalumą pasirinktas Jargue ir Bera (JB) kriterijus. Siekiant sukurti kuo tikslesnį regresijos modelį svarbu, kad kintamieji būtų kuo arčiau normaliojo skirstinio, tad pasitelkus JB kriterijų, reikia, kad būtų priimama H_0 hipotezė, kuri teigia, kad kintamojo reikšmės yra pasiskirsčiusios pagal normalųjį skirstinį. H_0 yra priimama tuomet, kai gauti tyrimo pagal JB kriterijų tikimybės neviršytų 0,05. 7 lentelėje pateikiamos JB kriterijaus tikimybių reikšmės kiekvieno rodiklio.

7 lentelė. Kintamųjų pagal Jargue ir Bera kriterijų reikšmės

Rodiklis	Jarque-Bera kriterijaus tikimybės
Investicijos į DI technologijas, mln. JAV dolerių	0,0000
DI specialistų koncentracija, %	0,0000
Įmonės, įsidiegusios DI technologijas, %	0,0000
DI kursai anglų kalba, %	0,0000
DI kursai anglų kalba, tūkst.	0,0000
Programuotojų įsitraukimas į DI projektus, %	0,0000
DI moksliniai straipsniai, %	0,0000
Nauji DI startuoliai, vnt.	0,2879
Užimtumo lygis, %	0,0000
Nedarbo lygis, %	0,0000
Vidutinis atlyginimas, EUR	0,0000
Laisvų darbo vietų lygis, %	0,0000
Darbo našumo lygis, %	0,0000

Atliktas tyrimas parodė, kad tik vienas kintamasis yra pasiskirstęs pagal normalųjį skirstinį, tai — skaičius naujų kasmet įkurtų DI startuolių skaičius. Kadangi likę rodikliai nepasiskirstę pagal normalųjį skirstinį, dar galima juos transformuoti ir taip priartinti prie normaliojo skirstinio. Tačiau tyrime naudojami duomenys yra iš reikšmingai besiskiriančių tarpusavyje Europos šalių, tad yra normalu, kad rodikliai tenkina H_1 hipotezę. Toliau tyrime bus naudojami netransformuoti rodikliai.

Antrasis žingsnis yra laiko eilučių stacionarumo vertinimas, kuris atliekamas vienetinių šaknų metodu. Gauti rezultatai pateikti 8 lentelėje. Detalūs rezultatai pateikti 1 priede.

8 lentelė. Kintamųjų integruotumo vertinimo rezultatai

Rodiklis	Levin tikimybė	ADF tikimybė
----------	----------------	--------------

Investicijos į DI technologijas, mln. JAV dolerių	I(1)	I(1)
DI specialistų koncentracija, %	I(1)	I(2)
DI kursai anglų kalba, %	I(0)	I(0)
DI kursai anglų kalba, tūkst.	I(0)	I(1)
Programuotojų išitraukimas į DI projektus, %	I(0)	I(0)
DI moksliniai straipsniai, %	I(0)	I(1)
Nauji DI startuoliai, vnt.	I(1)	I(1)
Užimtumo lygis, %	I(0)	I(1)
Nedarbo lygis, %	I(0)	I(0)
Vidutinis atlyginimas, EUR	I(0)	I(1)
Laisvų darbo vietų lygis, %	I(0)	I(1)
Darbo našumo lygis, %	I(0)	I(1)

Lentelėje naudojami žymėjimai:

- I(0), tai stacionarūs kintamieji;
- I(1), pirmos eilės integruoti procesai;
- I(2), antros eilės integruoti procesai.

Patikrinus kintamųjų integruotumą vienetinių šaknų metodu pastebėta, kad pagal Levin tikimybę iš 12 rodiklių 3 yra pirmos eilės integruoti procesai, o visi likę — stacionarūs kintamieji. Tuo tarpu pagal ADF tikimybę, vienas kintamasis buvo diferencijuotas du kartus, 8 kintamieji – diferencijuoti vieną kartą, o 3 rodikliai buvo stacionarūs. Vertinant laiko eilučių stacionarumą buvo neįtrauktas įmonių, įsidiegusių DI technologijas rodiklis, kadangi jo laiko eilutė yra du metai, o tai per trumpas periodas tokiam tyrimui. Toliau tyrime bus vadovaujama Levin testo rezultatais, kadangi rodikliai bus tiriami kaip bendro Europos regiono, o ne kiekvienos šalies individualiai.

4.2. Koreliacijos ryšio ir priežastingumo vertinimas

Atliekant laiko eilučių analizę yra svarbu nustatyti, ar kintamieji yra priklausomi vienas nuo kito, ar nepriklausomi, t. y. ar egzistuoja tarp jų tiesinis ryšys. Jeigu rodikliai yra priklausomi, tuomet vertinamas ryšio stiprumas. Ryšys tarp rodiklių yra vertinamas naudojant koreliacijos analizę, o ryšio stiprumas nusakomas koreliacijos koeficientu atliekant koreliacijos skaičiavimus atsižvelgiama į rodiklių stacionarumą, jeigu jie yra pirmos eilės integruoti procesai, tuomet turi būti diferencijuojami. 9 lentelėje pateikiami koreliacinės analizės rezultatai.

9 lentelė. Koreliacinės analizės rezultatai

Koreliacijos koef. T statistikos tikimybė Stebinių skaičius	Vidutinis atlyginimas, EUR	Užimtumo lygis, %	Nedarbo lygis, %	Darbo našumo lygis, %	Laisvų darbo vietų lygis, %
Investicijos į DI technologijas, mln. JAV dolerių	0,094575 0,2199 170	0,077819 0,2833 192	0,002792 0,9693 192	0,007583 0,9175 189	0,089509 0,2388 175

DI specialistų koncentracija, %	0,201776 0,0299 116	0,114384 0,1737 143	-0,022789 0,7908 138	0,104432 0,2263 136	0,011538 0,8947 134
DI kursai anglų kalba, %	0,443359 0,0000 120	0,108699 0,1885 148	0,012598 0,8813 143	0,357731 0,0000 142	0,317415 0,0001 140
DI kursai anglų kalba, tūkst.	0,445431 0,0000 116	0,141327 0,0900 145	-0,004736 0,9557 140	0,351147 0,0000 142	0,322982 0,0001 140
Programuotojų įsitraukimas į DI projektus, %	0,336855 0,0000 305	0,046262 0,3958 339	0,044165 0,4253 328	0,219686 0,0001 326	0,359173 0,0000 302
DI moksliniai straipsniai, %	0,284112 0,0000 305	-0,059932 0,2712 339	0,077642 0,1606 328	0,174730 0,0015 326	0,481592 0,0000 302
Nauji DI startuoliai, vnt.	-0,139247 0,3791 42	-0,266788 0,0765 45	0,231308 0,1263 45	0,198687 0,1907 45	0,002507 0,9870 45
Įmonės, įsidiegusios DI technologijas, %	0,478704 0,0003 54	0,232423 0,0908 54	-0,153434 0,2807 52	0,454029 0,0006 54	-0,029697 0,8345 52

Koreliacijos koeficiento įvertis, kuris dar vadinamas Pirsono koreliacijos koeficientu, parodo kintamųjų tarpusavio ryšio stiprumą bei nustato ar ryšys yra tiesioginis ar atvirkštinis. Tuo tarpu koreliacijos tikimybė parodo, ar nustatytas ryšys yra reikšminis ar ne. Šiuo atveju nustatyta, jog egzistuoja reikšminis tiesinis tiesioginis ryšys tarp vidutinio atlyginimo ir šių rodiklių:

1. DI kursai anglų kalba (%);
2. DI kursai anglų kalba (vnt.);
3. Programuotojų įsitraukimas (%);
4. DI moksliniai straipsniai;
5. Įmonės, įsidiegusios DI technologijas (%).

Tarp užimtumo ir nedarbo lygio bei DI rodiklių reikšminės koreliacijos ryšio nebuvo rasta. Tiesioginis reikšminis koreliacinis ryšys egzistuoja tarp darbo našumo lygio ir šių rodiklių:

1. DI specialistų koncentracija (%);
2. DI kursai anglų kalba (%);
3. DI kursai anglų kalba (vnt.);
4. Programuotojų įsitraukimas (%);
5. Įmonės, įsidiegusios DI technologijas (%).

Tiesioginis reikšminis koreliacinis ryšys nustatytas tarp laisvų darbo vietų lygio ir pirmų 4 DI rodiklių kaip ir darbo našumo lygis.

Koreliacijos analizė padėjo nustatyti, kad visiems DI rodikliams, kurių koreliacijos koeficientas yra daugiau už 0, didėjant — taip pat didėja ir darbo rinkos rodikliai, tarp kurių nustatytas tiesinis ryšys. Ši analizė apsiriboja ryšio nustatymu, tačiau norint nustatyti priežastingumą, t.y. ar pateikti rodikliai veikia vienas kitą ar yra veikiami kito kintamojo, yra naudojamas Granger testas. Šio testo tikslas yra nustatyti, kaip DI rodikliai veikia darbo rinkos rodiklius, tad nebus vertinama, kaip darbo rinkos rodikliai veikia DI rodiklius. Atliekant skaičiavimus įtraukiama po vieną vėlinimą, kuris lentelėje žymimas "I", o vienas vėlinimas yra 1 metų laikotarpis. Rezultatai pateikiami 10 lentelėje, kurioje NA reiškia, jog neužtenka stebinių nustatyti priežastinius ryšius.

10 lentelė. Kintamųjų priežastingumo testo rezultatai

	F1	F2	F3	F4	F5
ΔINV -> UŽIMT	0,5616	0,1615	0,2052	0,4535	0,5704
ΔINV -> NEDAR	0,3819	0,3450	0,6265	0,8695	0,7706
ΔINV -> ATL	0,2535	0,3132	0,5098	0,0098	0,0003
ΔINV -> LAISV	0,8029	0,7738	0,6515	0,5402	0,5599
ΔINV -> NAŠU	0,5663	0,5401	0,6484	0,6887	0,7561
ΔINV -> ΔSPEC	3.E-05	0,0007	0,0065	0,4334	NA
ΔSPEC -> UŽIMT	0,0280	0,0005	0,1392	0,2782	1,9164
ΔSPEC -> NEDAR	0,0591	0,0009	0,1447	0,1263	0,0000
ΔSPEC -> ATL	0,2022	0,4385	0,3623	0,0000	0,0000
ΔSPEC -> LAISV	0,1605	0,1387	0,9875	0,0653	0,0653
ΔSPEC -> NAŠU	0,4333	0,7437	0,9754	0,1139	0,1139
KURP -> UŽIMT	0,5338	0,9117	0,9735	0,7953	0,9117
KURP -> NEDAR	0,9923	0,7893	0,3772	0,5957	0,7893
KURP -> ATL	0,1203	0,4242	0,2380	0,0000	0,0000
KURP -> LAISV	0,2284	0,1305	0,0003	0,1004	0,0000
KURP -> NAŠU	0,1722	0,2911	0,0839	0,4533	0,0000
KURP -> ΔSPEC	0,1750	0,2074	0,3391	0,6690	NA
KUR -> UŽIMT	0,7892	0,8681	0,9120	0,7123	0,8681
KUR -> NEDAR	0,5824	0,2493	0,0515	0,6420	0,0000
KUR -> ATL	0,2144	0,4701	0,1430	0,0000	0,0000
KUR -> LAISV	0,1761	0,0061	0,0003	0,1094	NA
KUR -> NAŠU	0,2249	0,1961	0,0958	0,4093	NA
KUR -> ΔSPEC	0,5544	0,1867	0,2798	0,0434	0,0000
PROG -> UŽIMT	0,0282	0,1066	0,0775	0,0017	NA
PROG -> NEDAR	0,1940	0,2754	0,1878	0,1223	0,0680
PROG -> ATL	0,1020	0,5365	0,1016	0,2736	0,1400
PROG -> LAISV	0,9638	0,7979	0,5875	0,5409	0,5513
PROG -> NAŠU	0,2608	0,3855	0,3774	0,2224	0,2345
PROG -> ΔSPEC	0,2050	0,1843	0,0005	0,1424	0,0000
STRAIP -> UŽIMT	0,0246	0,1231	0,1717	0,0405	0,0382

STRAIP -> NEDAR	0,1667	0,1307	0,1702	0,0545	0,1181
STRAIP -> ATL	0,0414	0,1212	0,0650	0,0458	0,0600
STRAIP -> LAISV	0,3568	0,6499	NA	NA	NA
STRAIP -> NAŠU	0,1059	0,2711	0,4249	0,5153	0,3484
STRAIP -> ΔSPEC	0,0776	0,1157	0,0777	0,4320	0,0742
ΔSTART -> UŽIMT	0,6532	0,7272	0,9018	0,9194	0,8790
ΔSTART -> NEDAR	0,6492	0,4218	0,4654	0,2581	0,5462
ΔSTART -> ATL	0,7980	0,8658	0,8281	0,6614	0,1830
ΔSTART -> LAISV	0,8453	0,3479	0,3760	0,9511	0,6779
ΔSTART -> NAŠU	0,9025	0,0902	0,3003	0,2740	0,3627
ΔSTART -> ΔSPEC	0,1592	0,2588	NA	NA	NA

Lentelėje naudojami trumpiniai:

- ΔINV - investicijos į DI technologijas, mln. JAV dolerių (diferencijuotas kintamasis)
- ΔSPEC - DI specialistų koncentracija, % (diferencijuotas kintamasis)
- KURP - DI kursai anglų kalba, %
- KUR - DI kursai anglų kalba, tūkst.
- PROG - programuotojų įsitraukimas į DI projektus, %
- STRAIP - DI moksliniai straipsniai, %
- ΔSTART - nauji DI startuoliai, vnt. (diferencijuotas kintamasis)
- UŽIMT - užimtumo lygis, %
- NEDAR - nedarbo lygis, %
- ATL - vidutinis atlyginimas, EUR
- LAISV - laisvų darbo vietų lygis, %
- NAŠU - darbo našumo lygis, %

Atlikus tyrimą nustatyta, kad DI investicijos turi priežastinį ryšį su vidutiniu atlyginimu ir poveikis yra matomas po 4-5 metų. DI specialistų skaičiaus poveikis užimtumo lygiui pastebimas pirmuosius dvejus metus, o atlyginimui – po keturių metų. DI kursų poveikis pastebėtas vidutiniam atlyginimui, laisvų darbo vietų skaičiui bei darbo našumui. Tuo tarpu programuotojų įsitraukimas veikia tik užimtumo lygį. Mokslinių straipsnių skaičius daro poveikį užimtumo bei vidutinio atlyginimo lygiui. Tuo tarpu startuoliai, kuriantys DI technologijas, nedaro poveikio nė vienam darbo rinkos rodikliui.

4.3. Ekonometrinų modelių kūrimas ir vertinimas

Šioje dalyje atliekamas ekonometrinis tyrimas siekiant suprasti kaip DI rodikliai veikia kiekvieną darbo rinkos rodiklį individualiai. Todėl kiekvienam darbo rinkos rodikliui kuriami atskiri modeliai, kurie po to yra vertinami bei pateikiamos apibendrintos išvados.

4.3.1. DI rodiklių poveikis vidutiniam atlyginimui

Šioje tyrimo dalyje bus vertinama, kaip DI rodikliai veikia vidutinį atlyginimą. Siekiant ištirti DI poveikį darbo rinkos rodikliams, pirmiausia, atsižvelgiama į DI rodiklių stacionarumą, koreliaciją bei priežastinio ryšio nustatymo testo rezultatus. Ankstesnėje dalyje nustatyta reikšminė koreliacija tarp vidutinio atlyginimo ir šių rodiklių:

- DI specialistų koncentracija;
- DI kursai, proc.;

- DI kursai, vnt.;
- programuotojų įsitraukimas;
- DI moksliniai straipsniai;
- įmonės, įsidiegusio DI technologijas.

Nustatytas priežastingumas tarp vidutinio atlyginimo bei DI investicijų, DI specialistų, DI kursų (proc. ir vnt.) bei mokslinių straipsnių.

Atsižvelgiant į stacionarumą pagal Levin tikimybę, investicijos į DI technologijas bei DI specialistų koncentracija yra pirmos eilės integruoti procesai, todėl prieš kuriant tolimesnius modelius, naudinga nustatyti šių rodiklių kointegruotumą su priklausomu kintamuoju. Tam nustatyti, kuriamas ARDL modelis, tačiau norint jį sukurti pradžioje nustatoma, kiek vėlinimų, reikia įtraukti į modelį. Skaičiavimai atliekami remiantis Švarco informaciniu kriterijumi (SC), o rezultatai pateikiami 11 lentelėje.

11 lentelė. ARDL modelių tarp vidutinio atlyginimo (priklausomas kintamasis) ir DI investicijų (nepriklausomas kintamasis) SC reikšmės

d(vid. atlyginimas) vėlinimai	d(DI investicijos) vėlinimų reikšmės					
	0	1	2	3	4	5
0	16,4540	16,5334	16,6553	16,8229	16,7177	16,6247
1	16,4975	16,5774	16,7076	16,8790	16,6550	16,4012
2	16,5110	16,5919	16,7140	16,8913	16,7205	16,4581
3	16,3159*	16,3975*	16,4443*	16,5826*	16,3882*	16,0629*
4	16,3347	16,4173	16,4847	16,6362	16,4296	16,0945
5	16,3837	16,4675	16,5257	16,6850	16,4872	16,1665

Atlikus skaičiavimus nustatyta, jog mažiausios paklaidos bus, jeigu kursime ARDL(3,5) modelį. Modelio rezultatai pateikiami 12 lentelėje.

12 lentelė. ARDL(3,5) modelio tarp vidutinio atlyginimo (priklausomas kintamasis) ir DI investicijų (nepriklausomas kintamasis) įverčiai

Nepriklausomi kintamieji	Koeficientas	Tikimybė
C	-317,5796	0,1946
d(DI investicijos)	1,4289	0,0060
Vidutinis atlyginimas(-1)	0,0322	0,0010
DI investicijos(-1)	-5,0298	0,0040
d(Vidutinis atlyginimas(-1))	0,2468	0,0942
d(Vidutinis atlyginimas(-2))	0,1053	0,4568
d(Vidutinis atlyginimas(-3))	-0,4588	0,0000
d(DI investicijos(-1))	-0,0027	0,9990
d(DI investicijos(-2))	1,7818	0,4073
d(DI investicijos(-3))	11,5608	0,0001
d(DI investicijos(-4))	10,5016	0,0001

d(DI investicijos(-5))	4,5351	0,0509
Pataisytas R ²	0,6047	
F - statistikos tikimybė	0,0000	
Wald testo tikimybė	0,0002	
Multiplikatorius	156,12	

Šis modelis yra stabilus, kadangi sudėjus d(vidutinis atlyginimas) su vėlinimais reikšmės, gauta suma yra mažiau už 1. Modelyje 6 rodikliai yra reikšminiai ($p < \alpha$). Taip pat šis modelis yra reikšminis, o jo tikslumas – 60 %. Toliau vertinamas rodiklių kointegruotumas pasitelkiant Wald testą. Atlikus skaičiavimus buvo nustatyta, kad F-statistikos tikimybė yra 0,0002. Tai reiškia, kad rodikliai yra kointegruoti bei egzistuoja ilgalaikis ryšys, kadangi F-statistikos tikimybė yra mažesnė už α . Todėl galima paskaičiuoti ilgalaikį multiplikatorių. Apskaičiuota reikšmė pateikiama 13 lentelėje ir rodo, kad DI investicijoms padidėjus 1 mln. JAV dolerių, vidutinis atlyginimas padidės 156,12 EUR.

Toliau vertinamas vidutinio atlyginimo bei DI specialistų koncentracijos rodiklių kointegruotumas. Pirmiausia nustatomas ARDL modelis pagal SC reikšmės, kurios pateikiamos 13 lentelėje.

13 lentelė. ARDL modelių tarp vidutinio atlyginimo (priklausomas kintamasis) ir DI specialistų koncentracijos (nepriklausomas kintamasis) SC reikšmės

d(vid. atlyginimas) vėlinimai	d(DI specialistai) vėlinimų reikšmės			
	0	1	2	3
0	16,3669	16,5637	16,8628*	16,6302
1	16,4056	16,6150	16,9305	16,2660*
2	16,4046	16,6408	17,0001	16,3799
3	16,2560*	16,4912*	16,8720	16,3963

Nustatyta, jog tinkamiausias modelis yra ARDL(3,0), tad atlikti skaičiavimai pagal šį modelį pateikti 14 lentelėje.

14 lentelė. ARDL(3,0) modelio tarp vidutinio atlyginimo (priklausomas kintamasis) ir DI specialistų koncentracijos (nepriklausomas kintamasis) įverčiai

Kintamieji	Koeficientas	Tikimybė
C	339,3781	0,1047
d(DI specialistai)	-2919,924	0,1252
Vidutinis atlyginimas(-1)	0,01458	0,0217
DI specialistai (-1)	824,4799	0,0777
d(vid. atlyginimas(-1))	-0,08482	0,4121
d(vid. atlyginimas(-2))	0,0305	0,7907
d(vid. atlyginimas(-3))	-0,4297	0,0000
Pataisytas R ²	0,2020	
F-statistikos tikimybė	0,0000	
F- statistiko tikimybė: Wald testas	0,0227	

Sukurtas modelis yra stabilus, tačiau netikslus, kadangi jo tikslumas tik 20 %, tačiau reikšminis (F-statistikos tikimybė $< \alpha$). Įvertinus rodiklių kointegruotumą remiantis Wald testu nustatyta, jog šie rodikliai yra kointegruoti (F-statistikos tikimybė = 0,0227). Tad galima teigti, kad tarp šių rodiklių egzistuoja ilgalaikis ryšys.

Toliau kuriamas daugialypis regresijos modelis (DTR), siekiant išsiaiškinti, kaip DI rodikliai veikia vidutinį atlyginimą. Į šį modelį įtraukiami nepriklausomi kintamieji, kurie turi reikšminę koreliaciją bei priežastinį ryšį su vidutiniu darbo užmokesčiu. Pradinio modelio įverčiai pateikiami 15 lentelėje.

15 lentelė. DTR modelio rezultatai (priklausomas kintamasis – vidutinis atlyginimas)

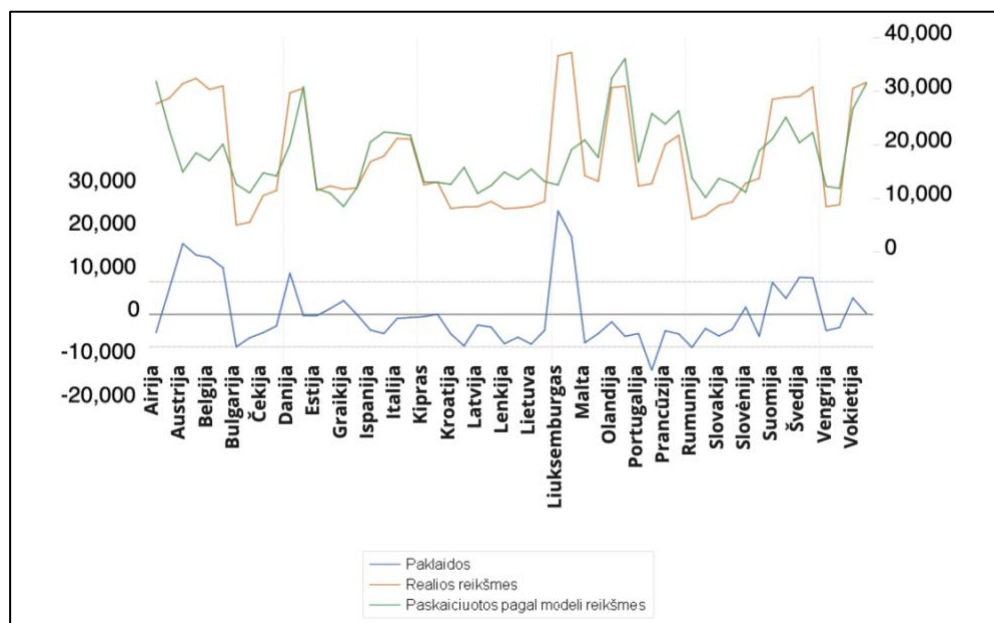
Kintamieji	Pradinis modelis		Galutinis modelis	
	Koeficientas	Tikimybė	Koeficientas	Tikimybė
C	5607,036	0,3405	8409,019	0,0001
DI investicijos	2,9872	0,2862	-	-
DI specialistai	4042,861	0,3982	-	-
DI kursai, %	21712,99	0,0711	6040,281	0,0000
DI kursai, vnt.	-326,3195	0,1830	-	-
Programuotojų įsitraukimas	-12545,48	0,1198	-	-
DI moksliniai straipsniai	7949,568	0,2926	-	-
Įmonės, naudojančios DI technologijas	899,2098	0,0043	804,5589	0,0006
Pataisytas R^2	0,3242		0,4217	
F-statistikos tikimybė	0,0050		0,0000	
Paklaidų vidurkis	-4,46e-12		-2,76e-12	
Paklaidų normalumas: Jarque-Bera	0,0863		0,0000	
Autokoreliacijos testas: Breusch-Pagan LM testo tikimybė	NA		0,0000	

Gautas modelis yra reikšminis, o jo tikslumas mažas, vos 32 %. Atlikus skaičiavimus pastebėta, kad didžioji dalis parametrų yra nereikšminiai ($P < \alpha$), bei šalinami iš modelio. Šiuo atveju pirmiausia pašalinamas DI specialistų kintamasis. Toliau rodikliai šalinami tokia tvarka:

1. DI moksliniai straipsniai;
2. DI kursai, vnt.;
3. DI investicijos;
4. programuotojų įsitraukimas.

Iš modelio pašalinus visus nereikšminius rodiklius ir atlikus skaičiavimus liko du reikšminiai rodikliai – DI kursai (proc.) ir įmonės, naudojančios DI technologijas. Gautas DTR modelis 16 lentelėje pavadintas „Galutinis modelis“, į jį įeina DI kursai (%) ir įmonės, naudojančios DI technologijas. Šis modelis yra reikšminis, kadangi F-statistikos tikimybė yra mažesnė už α .

Toliau tikrinamos galutinio modelio liekamųjų paklaidų prielaidos. Paklaidų vidurkis atitinka nulinio vidurkio prielaidą. Paklaidų pasiskirstymas vertinamas pagal Jarque-Bera kriterijų ir nėra normalus. Taip pat egzistuoja autokoreliacija, kadangi Breusch-Pagan LM testo tikimybė yra mažesnė už 0,05. Šių reikšmių skaičiavimai pateikiami 3 priede.



19 pav. DTR modelio paklaidos (priklausomas kintamasis – vidutinis atlyginimas)

19 paveiksle pavaizduota DTR modelio paklaidos pagal kiekvieną šalį. Grafike matoma, jog egzistuoja paklaidų skirtumai tarp pateiktų šalių. Dideles paklaidas sąlygoja Liuksemburgas, Austrija ir Belgija.

Atlikus modelio vertinimą, galima teigti, jog vidutinis atlyginimas yra veikiamas DI kursų (proc.) bei įmonių, naudojančių DI technologijas. Jei DI kursų lygis padidėja 1 % punktu per metus, tuomet vidutinis atlyginimas didėja 6040,28 EUR. Tuo tarpu jeigu įmonių, įsidiegusių DI technologijas, lygis paauga 1 % punktu, tuomet vidutinis metinis atlyginimas ilguoju laikotarpiu padidėja 804,55 EUR.

Kadangi įmonių, naudojančių DI technologijas, rodiklio laiko eilutė yra tik du metai, tad toliau buvo kuriamas regresijos modelis be šio rodiklio, kad būtų galima išgauti didesnę tyrimo imtį. Modelis buvo kuriamas iš naujo įtraukiant visus rodiklius (išskyrus DI technologijas naudojančių įmonių), kurie pateikiami 16 lentelėje. Galutinį modelį sudarė tik vienas kintamasis – DI kursai (proc.), o modelio tikslumas dar mažesnis nei jau prieš tai sukurto modelio su įmonių, naudojančių DI technologijas, rodikliu ir siekė 19%.

4.3.2. DI rodiklių poveikis užimtumo lygiui

Atlikus koreliacijos analizę nebuvo rasta reikšminio koreliacinio ryšio tarp užimtumo lygio ir DI rodiklių. Tačiau buvo nustatytas priežastinis ryšys tarp užimtumo lygio ir šių rodiklių:

1. DI specialistų koncentracija;
2. programuotojų įsitraukimas;
3. moksliniai straipsniai.

Kadangi DI specialistų koncentracijos rodiklis yra pirmos eilės integruotas procesas (pagal Levin tikimybę), o užimtumo lygis - stacionarus, tad prieš kuriant modelį reikia patikrinti šių rodiklių kointegruotumą. 16 lentelėje pateikiami vėlinimų, reikalingų ARDL modeliui sukurti, SC reikšmės.

16 lentelė. ARDL modelių tarp užimtumo lygio (priklausomas kintamasis) ir DI specialistų koncentracijos (nepriklausomas kintamasis) SC reikšmės

D(užimtumo lygis) vėlinimai	d(DI specialistų koncentracija) vėlinimų reikšmės				
	0	1	2	3	4
0	3,4246	3,5160*	3,6659	2,9255*	2,9113
1	3,4220	3,5498	3,7068	2,9948	2,9985
2	3,4097*	3,5458	3,5992*	2,9471	2,1596
3	3,4437	3,5869	3,6206	2,9982	2,1404*
4	3,4467	3,5819	3,6318	3,0170	2,2582

Nustatyta, kad tiksliausias modelis – ARDL(3,4). Sukurtas modelis pateiktas 17 lentelėje.

17 lentelė. ARDL(3,4) modelio tarp užimtumo lygio (priklausomas kintamasis) ir DI specialistų koncentracijos (nepriklausomas kintamasis) įverčiai

Kintamieji	Koeficientas	Tikimybė
C	0,3479	0,8566
D(DI specialistai)	-3,0693	0,2541
Užimtumo lygis(-1)	0,0055	0,8211
DI specialistai(-1)	-0,2071	0,8914
D(Užimtumo lygis(-1))	0,0741	0,5110
D(Užimtumo lygis(-1))	-0,6307	0,0000
D(Užimtumo lygis(-1))	0,3640	0,1308
D(DI specialistai(-1))	1,4524	0,8284
D(DI specialistai(-2))	3,9779	0,5399
D(DI specialistai(-3))	-6,6102	0,2898
D(DI specialistai(-4))	7,4982	0,3388
Pataisytas R ²	0,6649	
F-statistikos tikimybė	0,0004	

Sukurtas ARDL (3,4) modelis yra stabilus, kadangi priklausomo kintamojo reikšmių suma yra mažesnė už 1. Šis modelis yra reikšminis, o jo tikslumas – 66 %. Atlikus Wald testą nustatyta, kad DI specialistų koncentracijos lygis ir regiono užimtumo lygis nėra kointegruoti ir ilgalaikis ryšys tarp jų neegzistuoja. Tai taip pat reiškia, jog kuriant DTR modelį, DI specialistų rodiklis bus diferencijuojamas.

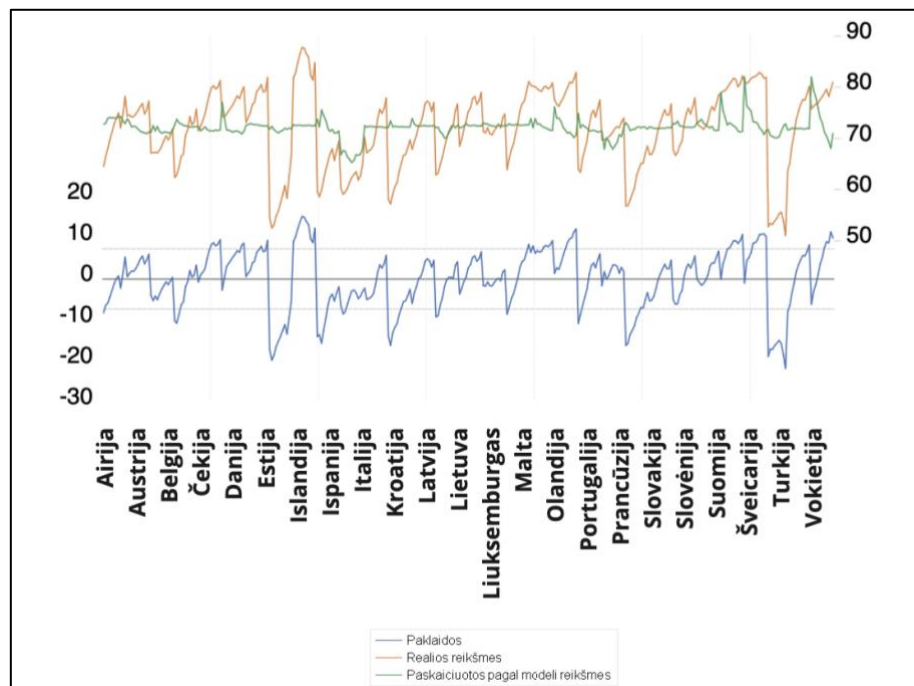
Toliau kuriamas DTR modelis, į kurį bus įtraukiamas užimtumo lygis bei nepriklausomi kintamieji, kurie turi reikšminę koreliaciją bei priežastinį ryšį su priklausomu kintamuoju. Pradinio ir galutinio modelio rezultatai pateikiami 18 lentelėje įtraukiant modelio vertinimo reikšmes.

18 lentelė. DTR modelio rezultatai (priklausomas kintamasis — užimtumo lygis)

Kintamieji	Pradinis modelis		Galutinis modelis	
	Koeficientas	Tikimybė	Koeficientas	Tikimybė
C	74,1485	0,0000	72,5972	0,0000

D(DI specialistai)	6,5036	0,2042	-	-
Moksliniai straipsniai	-6,0593	0,0488	-6,0048	0,0000
Programuotojų išitraukimas	4,2217	0,1297	4,3237	0,0000
Pataisytas R^2	0,0332		0,0511	
F-statistikos tikimybė	0,0529		0,0000	
Paklaidų vidurkis	1,19e-14		-7,92e-15	
Paklaidų normalumas: Jarque-Bera	0,0000		0,0000	
Autokoreliacijos testas: Breusch-Pagan LM testo tikimybė	0,0000		0,0000	

Gautas pradinis modelis su visais nepriklausomais kintamaisiais yra nereikšminis, o jo tikslumas – 3 %. Du rodikliai nustatyti kaip nereikšminiai, tad toliau šie rodikliai buvo šalinami iš modelio po vieną. Pašalinus pirmąjį aukščiausią tikimybę turėjusį rodiklį buvo sukurtas galutinis modelis, kadangi visi nepriklausomi kintamieji tapo reikšminiai. Galutinio modelio tikslumas aukštesnis už pradinio ir siekia 5 %. Taip pat šis modelis reikšminis. Galiausiai patikrinamos galutinio modelio liekamųjų paklaidų prielaidos, pagal kurias matoma, kad priimama nulinio vidurkio prielaida, taip pat egzistuoja autokoreliacija, todėl ne visos liekamųjų paklaidų prielaidos yra tenkinamos. Detalesni skaičiavimai pateikti 4 priede.



20 pav. DTR modelio paklaidos (priklausomas kintamasis – užimtumo lygis)

Pagal 20 paveiksle pateiktą grafiką pastebima, kad didžiausios paklaidos yra Islandijoje, Estijoje ir Turkijoje. Taip gali būti dėl trumpesnių laiko eilučių arba tam tikrų rodiklių duomenų nebuvimo.

Galutinis DTR modelis parodė, kad užimtumo lygis yra veikiamas mokslinių straipsnių bei programuotojų išitraukimo rodiklių pokyčių. Jeigu mokslinių straipsnių lygis padidėja 1 % punktu per metus, tuomet užimtumo lygis sumažėja 6 %. Tuo tarpu jeigu programuotojų išitraukimo į DI projektų vystymą skaičius padidėja 1 % punktu, tuomet užimtumo lygis padidėja 4,32 %.

4.3.3. DI rodiklių poveikis nedarbo lygiui

Ankstesnėje šio darbo dalyje įvertinus DI rodiklių ir nedarbo lygio koreliaciją nebuvo nustatyta reikšminių ryšių. Tačiau nustatyti priežastingumo ryšiai tarp nedarbo lygio dviejų DI rodiklių:

1. DI specialistų koncentracija;
2. DI kursai, vnt.

Kadangi specialistų koncentracija yra pirmos eilės integruotas procesas (remiantis Levin tikimybe), tad bus tikrinamas kointegruotumas. Pirmas žingsnis — nustatyti ARDL modelio vėlinimus remiantis SC kriterijumi. Rezultatai pateikiami 19 lentelėje.

19 lentelė. ARDL modelių tarp nedarbo lygio (priklausomas kintamasis) ir DI specialistų koncentracijos (nepriklausomas kintamasis) SC reikšmės

D(nedarbo lygis) vėlinimai	d(DI specialistų koncentracija) vėlinimų reikšmės				
	0	1	2	3	4
0	2,6675	2,7159*	2,6889	2,0765*	1,7762
1	2,6719	2,7562	2,7018	2,1503	1,7271*
2	2,6666*	2,7630	2,5777*	2,1348	1,7951
3	2,7011	2,8054	2,6301	2,1991	1,8238
4	2,6950	2,7951	2,6148	2,2216	1,9136

Nustatyta, kad tiksliausias modelis yra ARDL(1,4). 20 lentelėje pateikiami šio modelio rezultatai.

20 lentelė. ARDL(1,4) modelio tarp nedarbo lygio (priklausomas kintamasis) ir DI specialistų koncentracijos (nepriklausomas kintamasis) įverčiai

Kintamieji	Koeficientas	Tikimybė
C	0,1145	0,7293
D(DI specialistai)	-0,1447	0,9513
Nedarbo lygis(-1)	-0,1261	0,0012
DI specialistai(-1)	2,1548	0,1112
D(Nedarbo lygis(-1))	-0,2400	0,0834
D(DI specialistai(-1))	1,8043	0,7525
D(DI specialistai(-2))	-14,6758	0,0142
D(DI specialistai(-3))	7,5474	0,1605
D(DI specialistai(-4))	-9,5322	0,1737
Pataisytas R ²	0,4610	
F-statistikos tikimybė	0,0091	
F- statistikos tikimybė: Wald testas	0,0017	
Multiplikatorius	17,0841	

Sukurtas ARDL modelis yra stabilus ir reikšminis, o jo tikslumas – 46 %. Atlikus Wald testą rodiklių kointegruotumui nustatyti gauta F-statistikos tikimybė parodė, kad rodikliai yra kointegruoti ir egzistuoja ilgalaikis ryšys.

Nepavyko sukurti DTR modelio su nepriklausomais kintamaisiais DI specialistų koncentracija ir DI kursai (%), kadangi jie buvo nereikšminiai. Todėl toliau bus vertinamas DI specialistų ir nedarbo lygio multiplikatorius ilgalaikiam poveikiui nustatyti. Multiplikatoriaus skaičiavimai atliekami remiantis Wald testu, kuris parodė, jog ilguoju laikotarpiu DI specialistų lygiui padidėjus 1 % punktu, nedarbo lygis išaugs 17 %.

Kadangi egzistuoja priežastingumo ryšys tarp DI kursų (vnt.) bei nedarbo lygio, tačiau koreliacija nereikšminė, tad toliau bus nustatomas ARDL modelis įtraukiant vėlinimus.

21 lentelė. ARDL modelių tarp nedarbo lygio (priklausomas kintamasis) ir DI kursų (vnt.) (nepriklausomas kintamasis) SC reikšmės

Nedarbo lygis vėlinimai	DI kursai, vnt. vėlinimų reikšmės				
	0	1	2	3	4
0	5,1827	5,1565	5,1684	5,0484	5,0276
1	2,4458	2,5429	2,8141	1,7845*	1,1890*
2	2,4679	2,5845	2,8158	1,8179	1,2933
3	2,4396*	2,4814*	2,4835*	1,8593	1,4030
4	2,4722	2,5226	2,5330	1,9137	1,5118

Pagal 21 lentelėje pateiktus duomenis matome, kad tiksliausias modelis tolimesniems skaičiavimams yra ARDL(1,3). Sukurto modelio reikšmės pateikiamos 22 lentelėje.

22 lentelė. ARDL(1,3) modelio tarp nedarbo lygio (priklausomas kintamasis) ir DI kursų (vnt.) (nepriklausomas kintamasis) įverčiai

Kintamieji	Koeficientas	Tikimybė
C	0,0631	0,7282
Nedarbo lygis(-1)	0,8915	0,0000
DI kursai, vnt.	0,0084	0,4349
DI kursai, vnt.(-1)	-0,0270	0,0893
DI kursai, vnt.(-2)	0,0615	0,0035
DI kursai, vnt.(-3)	-0,0457	0,0340
Pataisytas R ²	0,9659	
F-statistikos tikimybė	0,0000	
Multiplikatorius	-0,3786	

ARDL(1,3) modelio parametrai parodė, kad jis yra stabilus ir reikšminis. Šio modelio tikslumas - 96 %. Apskaičiuotas multiplikatorius parodė, kad DI kursų skaičiui padidėjus 1vnt., nedarbo lygis sumažės 0,37 %.

4.3.4. DI rodiklių poveikis darbo našumo lygiui

Siekiant nustatyti DI rodiklių poveikį darbo našumo lygiui atsižvelgiama į reikšminį koreliacijos ryšį, kuris buvo nustatytas tarp darbo našumo lygio ir šių rodiklių:

1. DI kursai (proc.);
2. DI kursai (vnt.);

3. programuotojų įsitraukimas;
4. moksliniai straipsniai;
5. įmonės, įsidiegusios DI technologijas.

Kadangi Granger priežastinis ryšys buvo nustatytas tik su DI kursų lygiu, tad į modelį bus traukiami 5 rodikliai. Tarp išvardintų rodiklių nėra pirmos eilės integruotų procesų, todėl iškart kuriamas DTR modelis, kurio rezultatai pateikiami 23 lentelėje.

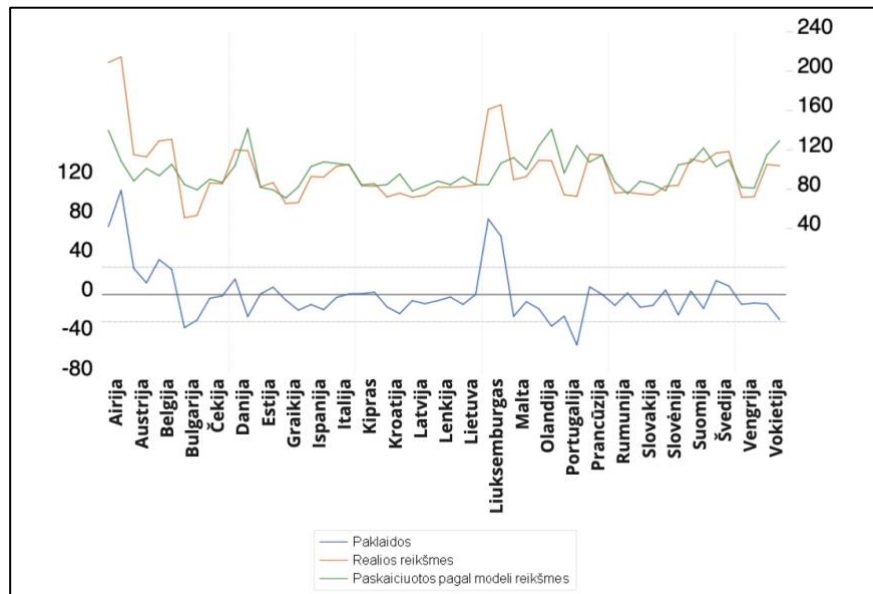
23 lentelė. DTR modelio įverčiai (priklausomas kintamasis – darbo našumo lygis)

Kintamieji	Pradinis modelis		Galutinis modelis	
	Koeficientas	Tikimybė	Koeficientas	Tikimybė
C	74,2589	0,0000	70,8206	0,0000
DI kursai, %	26,7674	0,3725	12,3260	0,0175
DI kursai, vnt.	-0,1428	0,8219	-	-
Programuotojų įsitraukimas	34,1707	0,0978	-	-
DI moksliniai straipsniai	-47,1452	0,0391	-	-
Įmonės, naudojančios DI technologijas	2,6071	0,0027	2,6869	0,0017
Pataisytas R^2	0,2957		0,2622	
F-statistikos tikimybė	0,0004		0,0001	
Paklaidų vidurkis	3,24e-14		2,80e-14	
Paklaidų normalumas: Jarque-Bera	0,0000		0,0000	
Autokoreliacijos testas: Breusch-Pagan LM testo tikimybė	0,0000		0,0000	

Sukūrus pradinį modelį nustatyta, jog dauguma parametrų yra nereikšminiai, tad kiekvieną kartą pašalinus po didžiausią tikimybės reikšmę turintį rodiklį buvo sukuriamas vis naujas DTR modelis. Rodikliai buvo šalinami tokia eilės tvarka:

1. DI kursai, vnt.;
2. programuotojų įsitraukimas;
3. moksliniai straipsniai.

Pagal galutinio modelio reikšmes matoma, kad DI kursų lygiui padidėjus 1 % punktu, darbo našumo lygis padidėja 12,32 %. Tuo tarpu jeigu įmonių, įsidiegusių DI technologijas rodiklis padidėtų 1 % punktu, tuomet darbo lygio našumas padidėtų 2,69 %. Galutinio modelio liekamųjų paklaidų prielaidų vertinimo skaičiavimai pateikti 5 priede.



21 pav. DTR modelio paklaidos (priklausomas kintamasis – darbo našumo lygis)

Galutinio modelio paklaidos pavaizduotos 21 paveiksle rodo, kad Austrijoje ir Liuksemburge jos yra aukščiausios.

4.3.5. DI rodiklių poveikis laisvų darbo vietų lygiui

Atsižvelgiant į reikšminę koreliacinę ryšį bei Grangerio priežastingumo testo rezultatus, šioje dalyje bus vertinamas žemiau išvardintų rodiklių poveikis darbo vietų lygiui:

1. DI kursai, %;
2. DI kursai, vnt.;
3. programuotojų įsitraukimas;
4. moksliniai straipsniai.

Kadangi visi skaičiavimams naudojami rodikliai yra stacionarūs, kuriamas DTR modelis, kurio rezultatai pateikiami 24 lentelėje.

24 lentelė. DTR ir PTR modelio įverčiai (priklausomas kintamasis – laisvų darbo vietų lygis)

Kintamieji	Pradinis DTR modelis		PTR modelis	
	Koeficientas	Tikimybė	Koeficientas	Tikimybė
C	-0,5722	0,7970	0,5146	0,7134
DI kursai, %	-3,2547	0,6284		
DI kursai, vnt.	0,0747	0,6044		
Programuotojų įsitraukimas	10,3207	0,1960	7,9426	0,0000
DI moksliniai straipsniai	1,6583	0,8556		
Determinacijos koeficientas R^2	-		0,1290	
Pataisytas R^2	0,1920		-	
F-statistikos tikimybė	0,0000		0,0000	
Paklaidų vidurkis	-2,13e-15		-2,52e-15	
Paklaidų normalumas: Jarque-Bera	0,0000		0,0000	

Autokoreliacijos testas: Breusch-Pagan LM testo tikimybė	0,0000	0,0000
---	--------	--------

Sukūrus pradinį DTR modelį pastebėta, kad visi rodikliai yra nereikšminiai, tad toliau jie šalinami po vieną siekiant sukurti modelį, kurį sudarytų tik reikšminiai parametrai. Kuriant naują modelį kiekvieną kartą pašalinus po vieną nereikšminį parametą galiausiai liko tik programuotojų įsitraukimas, tad buvo sukurtas PTR modelis, kurio rezultatai pateikiami 25 lentelėje.

Sukurtas modelis yra reikšminis, tačiau jo tikslumas yra žemas, vos 12 %. Paklaidų vidurkis netenkina normalumo sąlygos bei egzistuoja autokoreliacija. Tad liekamųjų paklaidų prielaidos yra netenkinamos ir modelis netinkamas tolimesniems skaičiavimams.

4.4. Tyrimo rezultatų apibendrinimas

Apibendrinus tyrimo rezultatus matoma, kad DI rodikliai veikia 4 iš 5 darbo rinkos rodiklių. Vienintelė nei vieno DI rinkos rodiklio nepaveikta metrika yra laisvų darbo vietų lygis. Taip pat nustatyta, kad tik vienas DI rodiklis (DI technologijas kuriančių startuolių skaičius) nedaro poveikio darbo rinkos rodikliams. Apibendrinti tyrimo rezultatai pateikiami 25 lentelėje.

25 lentelė. Sutrumpinti tyrimo rezultatai

	Vidutinis atlyginimas, %	Užimtumo lygis, %	Nedarbo lygis, %	Darbo našumo lygis, %	Laisvų darbo vietų lygis, %
Investicijos į DI technologijas, mln. JAV dolerių	DI investicijoms padidėjus 1 mln. JAV dolerių, vidutinis atlyginimas ilguoju laikotarpiu padidės 156,12 EUR.	-	-	-	-
DI specialistų koncentracija, %	-	-	DI specialistų skaičiui padidėjus 1 % punktu, nedarbo lygis išaugs 17 %	-	-
Įmonės, naudojančios DI technologijas, %	Įmonių, įsidiegusių DI technologijas, skaičiui paaugus 1 % punktu, vidutinis atlyginimas ilguoju laikotarpiu padidės 804,55 EUR	-	-	Įmonių, įsidiegusių DI technologijas skaičiui padidėjus 1 % punktu, darbo lygio našumas padidės 2,69 %	-
DI kursai anglų kalba, %	DI kursų skaičiui pakilus 1 % punktu, vidutinis atlyginimas ilguoju laikotarpiu padidės 6040,28 EUR	-	-	DI kursų skaičiui padidėjus 1 % punktu, darbo našumo lygis padidės 13,33 %	-
DI kursai anglų kalba, tūkst.	-	-	DI kursų skaičiui padidėjus 1vnt., nedarbo lygis	-	-

			sumažės 0,37 %.		
Programuotojų įsitraukimas į DI projektus, %	-	Programuotojų įsitraukimo skaičiui padidėjus 1 % punktu, užimtumo lygis ilguoju laikotarpiu padidės 4,32 %	-	-	-
DI moksliniai straipsniai, %	-	Mokslinių straipsnių skaičiui padidėjus 1 % punktu, užimtumo lygis sumažės 6 %	-	-	-
Nauji DI startuoliai, vnt.	-	-	-	-	-

Atlikus skaičiavimus taikant įvairius ekonometrinius skaičiavimus nustatyta, kad DI investicijoms padidėjus 1 mln. JAV dolerių, vidutinis metinis atlyginimas ilguoju laikotarpiu padidės 156,12 EUR. Taip pat šio darbo rinkos rodiklio augimą skatina augantis įmonių, naudojančių DI technologijas, skaičius. Augančios investicijos į DI technologijas skatina jų kūrimą ir diegimą. Augantis DI technologijų pasirinkimas taip pat gali skatinti vis daugiau įmonių jas diegti, tad reikia vis daugiau specialistų, kurie sugeba valdyti DI technologijas. Pirmoje šio tyrimo dalyje buvo pavaizduota, kad DI specialistų atlyginimas yra aukštesnis už vidutinį atlyginimą (žr. 2 pav.). Taip pat galima pagrįsti vidutinio darbo užmokesčio augimui teigiamą poveikį darantį DI kursų skaičiaus augimą. Augant DI kursų skaičiui, daugiau galimybių žmonėms persikvalifikuoti ir tapti DI specialistais bei gauti aukštesnį už vidutinį darbo užmokestį. Atlikus teorijos analizę buvo nustatyta, jog autoriai skirtingai vertina DI poveikį atlyginimui. Genz ir kt. (2021) teigia, kad DI plėtra kartu su kitomis 4.0 technologijomis darys teigiamą poveikį vidutiniam darbo užmokesčiui, tačiau Webb (2020) nustatė, kad DI plečiantis, vidutinis darbo užmokestis mažės dėl pasikeitusių darbo užduočių, kadangi neliks darbų, už kuriuos mokamas aukštesnis atlyginimas.

Užimtumo lygį skatina programuotojų įsitraukimas į viešai prieinamų DI projektų techninį tobulinimą. Taip gali būti dėl to, kad pradedantieji programuotojai gauna progą pabandyti patobulinti DI projektą, įsitraukia į DI programuotojų bendruomenę ir tokiu būdu yra pastebimi įdarbinimo specialistų. DI specialistų poreikis auga, tad pradedantiesiems programuotojams darbą rasti tampa dar lengviau, jei įsitraukia į viešus projektus, kadangi taip tampa labiau pastebimi bendruomenės. Tyrimas parodė, kad išleistų mokslinių straipsnių skaičiui padidėjus 1 % punktu, užimtumo lygis ilguoju laikotarpiu sumažės 6 %. Norint itin tiksliai įvertinti šį rezultatą, reikėtų žinoti, kokia DI tema straipsnių daugiau, ar apie privalumus ar trūkumus ir rizikas. Kadangi skaičiavimuose naudotas rodiklis apima visus su DI tema susijusius mokslinius straipsnius, tad šiuo atveju galima interpretuoti, jog moksliniai straipsniai didina visuomenės žinias apie DI technologijų privalumus ir tokiu būdu yra skatinamas DI technologijų diegimas sumažinantis žmogaus darbo poreikį. Acemoglu ir Restrepo (2018) savo tyrime nustatė, kad ilguoju laikotarpiu DI atliekamos užduotys tampa pigesnės negu jas atliekant žmogui.

DI specialistų skaičiui padidėjus 1 % punktu, nedarbo lygis ilguoju laikotarpiu išaugtų 17 %. Šį rezultatą galima interpretuoti teigiant, kad didėjant DI specialistų skaičiui, diegiama daugiau DI technologijų, kurios pakeičia tam tikrų sričių specialistus, tad įdiegus DI, užduotį gali atlikti mažesnis skaičius žmonių. Tai patvirtina Acemoglu ir kt. (2021) tyrimas, kuriame buvo nustatyta, kad JAV DI specialistų paklausa reikšmingai auga, o įmonėse suintegravus DI technologijas, mažėja poreikis kitų sričių specialistų. Tuo tarpu Matascu (2021) pastebėjo, kad esant žemam infliacijos lygiui, DI plėtra mažina nedarbo lygį, tad vertinant DI poveikį svarbu atsižvelgti į kitus ekonomikos rodiklius. Kitas tyrime naudotas DI rodiklis nedarbo lygį sumažintų - DI kursų skaičiui padidėjus 1 vnt., nedarbo lygis ilguoju laikotarpiu sumažės 0,37 %. Augantis DI kursų pasirinkimas skatina darbuotojus keisti kvalifikaciją į DI specialistų. Kadangi šių darbuotojų paklausa yra didelė, galima tikėtis, kad norintys dirbti, įgys DI specialistų kvalifikaciją ir pradės darbą naujoje srityje. Tokiu atveju nedarbo lygis nedidės.

Įmonių, įsidiegusių DI technologijas skaičiui padidėjus 1 % punktu, darbo lygio našumas ilguoju laikotarpiu padidės 2,69 %. Teigiamą DI poveikį darbo našumui taip pat patvirtina McKinsey (2017) bei Damogli G ir kt. (2021) atlikti tyrimai, kuriuose teigiama, kad robotai paskirtas užduotis gali atlikti greičiau nei žmogus, tad išauga įmonės veiklos efektyvumas ir sukurama daugiau prekių ir paslaugų per trumpesnę laiką. Darbo našumą taip pat didina DI kursų (%) augimas. Padidėjus DI kursų pasirinkimui, daugiau galimybių žmonėms pasirinkti tinkamus mokymus ir pritaikyti juos darbovietėje, kurioje diegiamos DI technologijos. Kursai būna įvairių sričių, tad specialistai nebūtinai turi pilnai keisti kvalifikaciją. Jeigu iki šiol darbuotojo darbo sritis buvo artima DI technologijų sričiai, tad kai kuriais atvejais gali užtekti tik papildyti žinias tam, kad būtų išmokta dirbti su DI technologijomis ir taip didinti našumą.

Tyrime kai kurių rodiklių laiko eilutės yra itin trumpos, tad turint nedaug duomenų, gauti rezultatai gali būti ne visiškai tikslūs. Siekiant atlikti tikslesnius skaičiavimus rekomenduojama turėti ilgesnio laikotarpio duomenis. Ypatingai rodiklių, kurių šiame tyrime naudota laiko eilutė buvo 2-5 metai. Tie rodikliai yra: įmonės, naudojančios DI technologijas, DI kursai (vnt.) ir DI kursai (%). Kadangi tyrime modeliai buvo kuriami naudojant panelinius duomenis, buvo nustatyta, jog atskirų Europos šalių paklaidos svyruoja ir valstybių duomenys tarpusavyje reikšmingai skiriasi. Todėl ateities tyrimuose rekomenduojama atsižvelgti į skirtumus tarp tų šalių, galimai kuriant kiekvienai šaliai ar šalių grupei atskirus modelius, tokiu būdu bus galima tiksliau įvertinti DI poveikį darbo rinkos rodikliams.

Išvados ir rekomendacijos

1. DI technologijų tema tampa vis aktualesnė. Per paskutinius dešimtmečius DI technologijų rinkoje sukurtų naujų sprendimų bei pritrauktų investicijų kiekiais pirmuoja JAV ir Kinija, tuo tarpu Europa užima trečią vietą. Teigiama, kad Europa panaudoja tik 12 % savo skaitmenizacijos potencialo, kurį galėtų padidinti, jei padvigubintų savo pastangas DI technologijų vystymuisi skatinti. Jeigu būtų atitinkamai skatinama DI technologijų plėtra, regiono BVP nuo 2025 metų galėtų padidėti po 1 % kas metus visą ateinantį dešimtmetį. Vertinant Europos regiono DI rodiklius pastebėta, jog nuo 2010 metų sparčiai auga startuolių, kuriančių naujas DI technologijas, įvairioms rinkoms. Taip pat daugelyje regiono šalių palyginus 2020 ir 2021 metų duomenis pastebima, jog auga skaičius įmonių, kurios vidiniams procesams atlikti diegiasi DI technologijas. Vertinant DI investicijų rodiklius pastebima, jog Europos šalys skatina investicijų augimą, o bendros Europos išlaidos šios srities technologijoms taip pat planuojama, kad augs. Europoje nedarbo lygiui krentant, o užimtumo lygiui augant aktualu įvertinti, kaip DI technologijos gali paveikti įvairius regiono darbo rinkos rodiklius.
2. Atlikus mokslinės literatūros analizę nustatyta, jog literatūroje išskiriami keli skirtingi DI technologijos apibrėžimai, tačiau ši technologija turi skirtingus tipus ir gali būti apibūdinama labai įvairiai, tad norint pažinti šią technologiją svarbiausia suprasti, jog tai yra sistemos, kurioms būdingas prisitaikymas mokantis ir savarankiškumas priimant sprendimus. Darbo rinkos stebėjimas yra labai svarbus procesas dėl to, kad darbo rinka gali paveikti įvairius makroekonominius rodiklius, tokius kaip — infliaciją ir monetarinę politiką Tyrimuose, kurie analizuoja DI poveikį darbo rinkos rodikliams minima, kad svarbu atskirti DI technologiją nuo ankstesnių technologijų, kadangi pastaroji skirtingai veikia ekonomiką ir darbo rinkos rodiklius. Jei buvo nustatyta, jog robotai perima nekvalifikuotą monotonišką darbą, tai DI technologijos veikia aukščiausios kvalifikacijos darbuotojus bei jų užimtumo ir atlyginimo rodiklius. Tačiau nėra pateikiama vieningos nuomonės, kokį poveikį DI technologija daro darbo rinkos rodikliams, išskiriamos kelios pagrindinės tyrimų kryptys: DI poveikis darbo vietų nykimui ir kūrimuisi, DI poveikis produktyvumui, DI poveikis makroekonominiams rodikliams, DI poveikis atlyginimui. Tačiau pastebėta, kad DI gali neigiamai paveikti šalies BVP augimą, jei bus sukuriamas didesnis DI technologijų pasiūla negu paklausa.
3. DI poveikiui darbo rinkos rodikliams vertinti sukurta metodologija, kuri apima laiko eilučių stacionarumo vertinimą, koreliacinių ryšių bei Grangerio priežastingumo nustatymą, regresijos bei autoregresijos paskirstyto vėlinimo (ARDL), modelių kūrimą.
4. Atlikus ekonometrinį tyrimą buvo nustatyta, kad vidutinio atlyginimo augimą skatina DI investicijų augimas, didėjantis įmonių, naudojančių DI technologijas, lygis bei augantis DI kursų anglų kalba pasiūlos lygis. Šiuos rezultatus taip pat patvirtina atlikta mokslinių tyrimų analizė, tačiau yra autorių, kurie nustatė priešingus rezultatus. Užimtumo lygio augimą skatina programuotojų įsitraukimas į DI projektų vystymą, kadangi auga šių specialistų poreikis, o įsitraukimas į viešus projektus didina šių specialistų matomumą. Tuo tarpu didėjantis publikuojamų DI mokslinių straipsnių skaičius mažina užimtumo lygį, o taip gali būti dėl augančio visuomenės supratimo, kad DI technologijų diegimas ilguoju laikotarpiu yra pigiau nei samdyti žmones. Šiame tyrime taip pat nustatyta, kad DI specialistų skaičiaus augimas skatina nedarbo lygio augimą. Taip gali būti dėl to, kad DI specialistai su šių technologijų pagalba gali atlikti net kelių žmonių darbą. Nedarbo lygį gali sumažinti augantis DI kursų pasirinkimas, kadangi platesnis DI kursų pasirinkimas didina galimybę įgyti naują kvalifikaciją ir įsidarbinti. Darbo našumą didina augantis įmonių, įsidiegusių DI technologijas, skaičius bei didėjantis DI

kursų (%) pasirinkimas. Atlikta mokslinių straipsnių analizė parodė, kad DI technologijos užduotis atlieka greičiau už žmogų, tad įmonės darbo našumas išauga ir sukuriamą daugiau prekių ir paslaugų per trumpesnę laiką. Tuo tarpu DI kursų pasirinkimas taip pat suteikia galimybę ne tik pakeisti kvalifikaciją, bet taip pat patobulinti turimas žinias ir neprarasti darbo įmonėje dėl įdiegtų DI technologijų.

5. Šiame tyrime buvo naudojami paneliniai duomenys ir nustatyta, kad valstybių duomenys tarpusavyje reikšmingai skiriasi, todėl tolimesniuose DI poveikio darbo rinkos tyrimuose rekomenduojama kurti modelius kiekvienai valstybei atskirai, tokiu atveju didesnė tikimybė, jog bus sukurti tikslesni modeliai ir poveikis bus įvertintas dar tiksliau. Taip pat tyrime kai kurių rodiklių laiko eilutės buvo itin trumpos, tam tikrų šalių duomenų trūko, tad ateities tyrimams rekomenduojama rinktis duomenis, su ilgesnėmis laiko eilutėmis. Ateityje atliekant DI poveikio vertinimą įvairiems darbo rinkos rodikliams taip pat rekomenduojama įtraukti kitus rodiklius, kurie gali turėti poveikį darbo rinkai, kadangi DI poveikis taip pat gali priklausyti nuo infliacijos ir kitų ekonominių rodiklių. Atsižvelgiant į mokslinių straipsnių analizę taip pat yra minima, jog vertinant DI poveikį kiekvienam sektoriui atskirai, galima nustatyti tikslesnius ryšius.
6. Atliktas ekonometrinis tyrimas parodė, kad DI technologijos didina vidutinį atlyginimą bei darbo našumą, tad rekomenduojama skatinti valstybių investicijas į DI, šių technologijų diegimą įmonėse bei galimybes persikvalifikuoti į DI specialistus. Siekiant mažinti nedarbo lygį kvalifikacijos pakeitimas ypatingai rekomenduojamas asmenims, kurie dėl DI plėtros gali prarasti darbo vietas. Galimybes persikvalifikuoti galėtų suteikti valstybių užimtumo tarnybos, finansuodamos DI kursus.

Literatūros sąrašas

1. Acemoglu, D., Autor, D., Hazell, J., & Restrepo, P. (2022). Artificial Intelligence and Jobs: Evidence from Online Vacancies. *Journal of Labor Economics*, 40(S1), S293–S340. doi: 10.1086/718327
2. Acemoglu, D., & Autor, D. (2010). Skills, Tasks And Technologies: Implications For Employment And Earnings. *Nber Working Paper Series No. 16082*. Prieiga per internetą: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w16082/w16082.pdf
3. Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2018). The Race between Man and Machine: Implications of Technology for Growth, Factor Shares, and Employment. *American Economic Review*, 108(6), 1488–1542. doi: 10.1257/aer.20160696
4. Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2019). Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor. *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), 3–30. doi: 10.1257/jep.33.2.3
5. Agenor, P.-R. (1995). The Labor Market and Economic Adjustment. *SSRN Electronic Journal*. 261-335. [žiūrėta 2023-03-05]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.2139/ssrn.883271>
6. Agrawal, A. K., Gans, J. S., & Goldfarb, A. (2018). Economic Policy for Artificial Intelligence. *National Bureau of Economic Research* [žiūrėta 2023-03-05]. Prieiga per internetą: <https://www.nber.org/papers/w24690>
7. Agrawal, A., Gans, J., & Goldfarb, A. (2019). Artificial Intelligence and Economic Growth. *The Economics of Artificial Intelligence: an Agenda*, [žiūrėta 2023-03-05]. Prieiga per internetą: <https://www.nber.org/system/files/chapters/c14029/c14029.pdf>
8. Alshahrani, A., Dennehy, D., & Mäntymäki, M. (2021). An attention-based view of AI assimilation in public sector organizations: The case of Saudi Arabia. *Government Information Quarterly*, 101617 [žiūrėta 2023-03-05]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.giq.2021.101617>
9. Aly, H. (2020). Digital transformation, development and productivity in developing countries: is artificial intelligence a curse or a blessing? *Review of Economics and Political Science* [žiūrėta 2023-03-05]. Prieiga per internetą: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/REPS-11-2019-0145/full/pdf?title=digital-transformation-development-and-productivity-in-developing-countries-is-artificial-intelligence-a-curse-or-a-blessing>
10. Aydın, Ö., & Karaarslan, E. (2022). OpenAI ChatGPT Generated Literature Review: Digital Twin in Healthcare. *SSRN Electronic Journal*. [žiūrėta 2023-03-05]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4308687>
11. Au-Yong-Oliveira, M., Canastro, D., Oliveira, J., Tomás, J., Amorim, S., & Moreira, F. (2019). The Role of AI and Automation on the Future of Jobs and the Opportunity to Change Society. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 348–357. doi: 10.1007/978-3-030-16187-3_34
12. Banfi, S., & Villena-Roldan, B. (2018, April 1). Do High-Wage Jobs Attract more Applicants? Directed Search Evidence from the Online Labor Market. *Papers.ssrn.com*. [žiūrėta 2023-02-15]. Prieiga per internetą: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3323547
13. Beaudry, P., Green, D. A., & Sand, B. M. (2016). The Great Reversal in the Demand for Skill and Cognitive Tasks. *Journal of Labor Economics*, 34(S1), S199–S247. doi: 10.1086/682347
14. Bessen, J. (2018). Automation and Jobs: When Technology Boosts Employment. *Boston University School of Law Law & Economics Paper No. 17-09* [žiūrėta 2023-03-05]. Prieiga per

- internetă:
https://scholarship.law.bu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1809&context=faculty_scholarship
15. Biswas, S. S. (2023). Potential Use of Chat GPT in Global Warming. *Annals of Biomedical Engineering*. doi: 10.1007/s10439-023-03171-8
 16. Brock, J. K.-U., & von Wangenheim, F. (2019). Demystifying AI: What Digital Transformation Leaders Can Teach You about Realistic Artificial Intelligence. *California Management Review*, 61(4), 110–134. doi: 10.1177/1536504219865226
 17. Celik, I., Dindar, M., Muukkonen, H., & Järvelä, S. (2022). The Promises and Challenges of Artificial Intelligence for Teachers: a Systematic Review of Research. *TechTrends*, 66, 616–630. doi: 10.1007/s11528-022-00715-y
 18. Chassagnon, G., Vakalopolou, M., Paragios, N., & Revel, M.-P. (2019). Deep learning: definition and perspectives for thoracic imaging. *European Radiology*, 30(4), 2021–2030. doi: 10.1007/s00330-019-06564-3
 19. Dale, R. (2021). GPT-3: What's it good for? *Natural Language Engineering*, 27(1), 113–118. doi: 10.1017/S1351324920000601
 20. Damioli, G., Van Roy, V. and Vertesy, D. (2021). The impact of artificial intelligence on labor productivity. *Eurasian Business Review*, 11(1), pp.1–25. doi: 10.1007/s40821-020-00172-8.
 21. Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T., Duan, Y., Dwivedi, R., Edwards, J., Eirug, A., Galanos, V., Ilavarasan, P. V., Janssen, M., Jones, P., Kar, A. K., Kizgin, H., Kronemann, B., Lal, B., Lucini, B., & Medaglia, R. (2019). Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 57(101994). doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.002
 22. Einav, L., & Levin, J. (2014). Economics in the age of big data. *Science*, 346(6210), 1243089–1243089. doi: 10.1126/science.1243089
 23. Eloundou, T., Manning, S., Mishkin, P., & Rock, D. (2023). *GPTs are GPTs: An Early Look at the Labor Market Impact Potential of Large Language Models*. [žiūrėta 2023-04-10]. Prieiga per internetą: <https://arxiv.org/pdf/2303.10130.pdf>
 24. Enache, S. (2013). Interdependence between labor market and unemployment in the post-crisis economy. Theoretical and Applied Economics, *Asociatia Generala a Economistilor din Romania*. 8(585), 107-116. [žiūrėta 2023-03-05]. Prieiga per internetą: <http://store.ectap.ro/articole/894.pdf>
 25. Fancsali, S. E., & Ritter, S. (2014). Context personalization, preferences, and performance in an intelligent tutoring system for middle school mathematics. *Proceedings of the Fourth International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, 73–77. doi: 10.1145/2567574.2567615
 26. Fatun, M., & Pazour, M. (2021). Modelling the impact of Artificial Intelligence on the labour market in Czechia. *Central European Journal of Public Policy*. doi: 10.2478/cejpp-2021-0006P
 27. Felten, Edward W., Raj, M., & Seamans, R., (2019). The Occupational Impact of Artificial Intelligence: Labor, Skills, and Polarization. *NYU Stern School of Business*. doi: 10.2139/ssrn.3368605
 28. Fernnndez-Villaverde, J. (2016). The Economic Consequences of Labor Market Regulations. *SSRN Electronic Journal*. doi: 10.2139/ssrn.2937931

29. Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2013). The Future of employment: How Susceptible Are Jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114(1), 254–280. doi: 10.1016/j.techfore.2016.08.019
30. Georgieff, A., & Hye, R. (2022). Artificial Intelligence and Employment: New Cross-Country Evidence. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 5. doi: 10.3389/frai.2022.832736
31. Genz, S., Gregory, T., Janser, M., Lehmer, F., & Matthes, B. (2021). How Do Workers Adjust When Firms Adopt New Technologies? *SSRN Electronic Journal*. [žiūrėta 2023-04-03]. Prieiga per internetą: <https://docs.iza.org/dp14626.pdf>
32. Goetschy, J. (1999). The European Employment Strategy: Genesis and Development. *European Journal of Industrial Relations*, 5(2), 117–137. doi: 10.1177/095968019952002
33. Gogas, P., & Papadimitriou, T. (2021). Machine Learning in Economics and Finance. *Computational Economics*, 57(1), 1–4, [žiūrėta 2023-04-07]. Prieiga per internetą: <https://link-springer-com.ezproxy.ktu.edu/article/10.1007/s10614-021-10094-w>
34. Gopalkrishnan, V., Steier, D., Lewis, H., & Guszcz, J. (2012). Big data, big business. *Proceedings of the 1st International Workshop on Big Data, Streams and Heterogeneous Source Mining Algorithms, Systems, Programming Models and Applications - BigMine '12*. doi: 10.1145/2351316.2351318
35. Granter, S. R., Beck, A. H., & Papke, D. J. (2017). AlphaGo, Deep Learning, and the Future of the Human Microscopist. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 141(5), 619–621. doi: 10.5858/arpa.2016-0471-ed.
36. Gries, T., & Naudé, W. (2020). Artificial Intelligence, Income Distribution and Economic Growth. *IZA Discussion Paper No. 13606*. doi: 10.2139/ssrn.3679012
37. Helm, J. M., Swiergosz, A. M., Haeberle, H. S., Karnuta, J. M., Schaffer, J. L., Krebs, V. E., Spitzer, A. I., & Ramkumar, P. N. (2020). Machine Learning and Artificial Intelligence: Definitions, Applications, and Future Directions. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 13(1), 69–76. doi: 10.1007/s12178-020-09600-8
38. Jakhar, D., & Kaur, I. (2019). Artificial intelligence, machine learning and deep learning: definitions and differences. *Clinical and Experimental Dermatology*, 45(1). doi: 10.1111/ced.14029
39. Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15–25 [žiūrėta 2023-04-03]. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0007681318301393#>
40. Kutay Icoz, K., Sanalan, V., Cakar, M., Ozdemir, E. & Kaya, S. (2015). Using Students' Performance to Improve Ontologies for Intelligent E-Learning System. *Educational Sciences: Theory & Practice*, [žiūrėta 2023-04-03]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.12738/estp.2015.4.2645>
41. Langran, E., Searson, M., Knezek, G. & Christensen, R. (2020). AI in Teacher Education. In D. Schmidt-Crawford (Ed.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 751-756). Online: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE) [žiūrėta 2023-04-03]. Prieiga per internetą: <https://www.learntechlib.org/primary/p/215821/>
42. Lili Yan Ing, & Grossman, G. M. (2022). *Robots and AI: A New Economic Era*. Routledge.

43. Mutascu, M. (2021). Artificial intelligence and unemployment: New insights. *Economic Analysis and Policy*, 69, 653–667. doi: 10.1016/j.eap.2021.01.012
44. Mincer, J. (n.d.). Technology and the Labor Market. *Jacob Mincer a Pioneer of Modern Labor Economics*, 53–77, [žiūrėta 2023-04-03]. Prieiga per internetą: https://link.springer.com/chapter/10.1007/0-387-29175-X_8
45. Negnevitsky, M. (2005). *Artificial intelligence*. Harlow [Etc.] Addison-Wesley. ISBN: -10: 0-321-20466-2
46. Paulauskaitė-Tarasevičienė, A. & Šutienė K. (2022). Intelektikos pagrindai. KTU leidykla „Technologija“. doi: 10.5755/e01.9786090218068
47. Peng, G., Wang, Y., & Han, G. (2018). Information technology and employment: The impact of job tasks and worker skills. *Journal of Industrial Relations*, 60(2), 201–223, [žiūrėta 2023-04-07]. Prieiga per internetą: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0022185617741924>
48. Pochiraju B. & Seshadri S. (2019). Essentials of Business Analytics *International Series in Operations Research & Management Science*. doi: 10.1007/978-3-319-68837-4
49. Ramskogler, P. (2020). Labour market hierarchies and the macro-economy – Do labour market dualities affect wage growth in Europe? *Structural Change and Economic Dynamics*, [žiūrėta 2023-04-07]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2020.10.001>
50. Rudolph, J., Tan, S., & Tan, S. (2023). ChatGPT: Bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher education? 1, 6(1). doi: 10.37074/jalt.2023.6.1.9
51. Russell, S. J., & Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: a modern approach*. New Jersey: Pearson.
52. Russell, S., Norvig, P., & Al, E. (2010). *Artificial intelligence: a modern approach*. New Jersey: Pearson, Cop.
53. Sabbagh, K., Friedrich, R., El-Darwiche, B., Singh, M., & Koster, A. (2013). *Digitization for Economic Growth and Job Creation: Regional and Industry Perspectives*. [žiūrėta 2023-04-07]. Prieiga per internetą: https://www3.weforum.org/docs/GITR/2013/GITR_Chapter1.2_2013.pdf
54. Schwaninger, A. C. (2022). The Philosophising Machine – a Specification of the Turing Test. *Philosophia*, [žiūrėta 2023-04-07]. Prieiga per internetą: <https://link-springer-com.ezproxy.ktu.edu/article/10.1007/s11406-022-00480-5>
55. Swanson, T., (2019) "The effectiveness of using intelligent tutoring systems to increase student achievement., *Graduate Research Papers*, 946, [žiūrėta 2023-04-07]. Prieiga per internetą: <https://scholarworks.uni.edu/grp/946>
56. Șerban, A. C., Aceleanu, M. I., Dospinescu, A. S., Țîrcă, D.-M., & Novo-Corti, I. (2020). The Impact Of Eu Immigration On Economic Growth Through The Skill Composition Channel. *Technological and Economic Development of Economy*, 26(2), 479–503, [žiūrėta 2023-04-15]. Prieiga per internetą: <https://journals.vilniustech.lt/index.php/TEDE/article/view/11954>
57. Turing, A. M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, 236, 433–460, [žiūrėta 2023-04-15]. Prieiga per internetą: <https://redirect.cs.umbc.edu/courses/471/papers/turing.pdf>
58. Ulrich, P., & Frank, V. (2021). Relevance and Adoption of AI technologies in German SMEs – Results from Survey-Based Research. *Procedia Computer Science*, 192, 2152–2159. [žiūrėta 2023-04-07]. Prieiga per internetą: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877050921017245?token=317662A2E9AA1F190E2B40FD7973CD968D1C6FFF445602367071CBE4B91F8AA974AE3ABDD73B71537BF26E7645F5D012&originRegion=eu-west-1&originCreation=20221227134739>

59. Walkington, C., & Bernacki, M. L. (2018). Personalizing Algebra to Students' Individual Interests in an Intelligent Tutoring System: Moderators of Impact. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 29(1), 58–88. doi: 10.1007/s40593-018-0168-1
60. Wamba-Taguimdje, S.-L., Fosso Wamba, S., Kala Kamdjoug, J. R., & Tchatchouang Wanko, C. E. (2020). Influence of artificial intelligence (AI) on firm performance: the business value of AI-based transformation projects. *Business Process Management Journal*, [žiūrēta 2023-04-07]. Prieiga per internetą: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BPMJ-10-2019-0411/full/html?skipTracking=true>
61. Webb, M. (2019). The Impact of Artificial Intelligence on the Labor Market. *SSRN Electronic Journal*, [žiūrēta 2023-04-07]. Prieiga per internetą: https://www.michaelwebb.co/webb_ai.pdf
62. Wirtz, J. (2019). Organizational Ambidexterity: Cost-Effective Service Excellence, Service Robots, and Artificial Intelligence. *Organizational Dynamics*, [žiūrēta 2023-04-07]. Prieiga per internetą: https://web2-bschool.nus.edu.sg/wp-content/uploads/media_rp/publications/e13f11566054171.pdf
63. Zhang, D., Pee, L. G., & Cui, L. (2021). Artificial intelligence in E-commerce fulfillment: A case study of resource orchestration at Alibaba's Smart Warehouse. *International Journal of Information Management*, 57, 102304. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2020.102304
64. Zhu, J., Zhang, J., & Feng, Y. (2022). Hard budget constraints and artificial intelligence technology. *Technological Forecasting and Social Change*, 183, 121889, [žiūrēta 2023-04-07]. Prieiga per internetą: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040162522004127?fr=RR-2&ref=pdf_download&rr=777df7468c53c030

Informacijos šaltinių sąrašas

1. AI Index Steering Committee, Stanford Institute for Human-Centered AI, Stanford University (2022). *The AI Index 2022 Annual Report*. [žiūrėta 2022-12-09]. Prieiga per internetą: https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2022/03/2022-AI-Index-Report_Master.pdf
2. AI- Mind. (2023). *About AI-Mind research* [žiūrėta 2023-03-25]. Prieiga per internetą: <https://www.ai-mind.eu/project/>
3. AI-on-Demand. (2023). *About the AI-on-Demand Platform* [žiūrėta 2023-03-25]. Prieiga per internetą: <https://www.ai4europe.eu/about-ai-on-demand-platform>
4. Atomium European Institute. (2023). *AI4People* [žiūrėta 2023-03-25]. Prieiga per internetą: <https://www.eismd.eu/ai4people/>
5. Castro, D. & McLaughlin, M. (2021). Who Is Winning the AI Race: China, the EU, or the United States? — 2021 Update. [žiūrėta 2023-03-05]. Prieiga per internetą: <https://www2.datainnovation.org/2021-china-eu-us-ai.pdf>
6. Daugėlienė R. (2020). *Dirbtinis intelektas viešajame sektoriuje: mistika, galimybė ar neišvengiamumas* [žiūrėta 2022-12-17]. Prieiga per internetą: <https://lmip.ktu.edu/news/dirbtinis-intelektas-viesajame-sektoriuje-mistika-galimybe-ar-neisvengiamumas-i/>
7. Ekonomikos ir inovacijų ministerija (2018). *Lietuvos dirbtinio intelekto strategija*. [žiūrėta 2022-12-17]. Prieiga per internetą: [https://eimin.lrv.lt/uploads/eimin/documents/files/di_strategija_lt\(1\).pdf](https://eimin.lrv.lt/uploads/eimin/documents/files/di_strategija_lt(1).pdf)
8. European Central Bank. (2009). *The Role of Labor Markets for Euro Area Monetary Policy* [žiūrėta 2023-04-01]. Prieiga per internetą: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp1035.pdf>
9. European Commission. (2022). *FAke News discovery and propagation from big Data ANalysis and artificial intelliGence Operations* [žiūrėta 2023-03-25]. Prieiga per internetą: <https://cordis.europa.eu/project/id/780355>
10. European Commission. (2021). *EU-funded projects that use Artificial Intelligence technology* [žiūrėta 2023-03-25]. Prieiga per internetą: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/eu-funded-projects-use-artificial-intelligence-technology>
11. European Commission. (2023). *Employment Committee* [žiūrėta 2023-03-27]. Prieiga per internetą: <https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=115&langId=en>
12. European Commission. (2021). *The Digital Europe Programme* [žiūrėta 2023-03-25]. Prieiga per internetą: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme>
13. Europos ekonomikos ir socialinių reikalų komitetas. (2017). *Dirbtinis intelektas. Jo poveikis bendrajai (skaitmeninei) rinkai, gamybai, vartojimui, užimtumui ir visuomenei*, [žiūrėta 2023-04-19]. Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016IE5369&from=IT>
14. Europos Komisija (2018). *High-level expert group on artificial intelligence a definition of ai: main capabilities and scientific disciplines*. [žiūrėta 2022-12-11]. Prieiga per internetą: https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/ai_hleg_definition_of_ai_18_december_1.pdf
15. Europos Komisija (2018). *Suderintas dirbtinio intelekto planas* [žiūrėta 2022-12-17]. Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0795&from=HU>

16. Europos Parlamentas. (2022). *2022 m. gegužės 3 d. Europos Parlamento rezoliucija dėl dirbtinio intelekto skaitmeniniame amžiuje (2020/2266(INI))* [žiūrėta 2023-04-03]. Prieiga per internetą: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2022-0140_LT.html
17. European Parliament. (2021). *AIDA Working Paper on “AI and the Labour Market”* [žiūrėta 2023-04-03]. Prieiga per internetą: <https://www.europarl.europa.eu/cmsdata/237743/Working%20Paper%20on%20AI%20and%20the%20Labour%20Market.pdf>
18. Eurostat. (2023). *Employment and social inclusion indicators* [žiūrėta 2023-03-27]. Prieiga per internetą: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/employment-and-social-inclusion-indicators/employment-guidelines>
19. Eurostat. (2014). *Glossary:Principal European economic indicators (PEEI)* [žiūrėta 2023-03-30]. Prieiga per internetą: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Principal_European_economic_indicators_\(PEEI\)#:~:text=The%20list%20of%20indicators%20includes,and%20three%2Dmonth%20interest%20rates.](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Principal_European_economic_indicators_(PEEI)#:~:text=The%20list%20of%20indicators%20includes,and%20three%2Dmonth%20interest%20rates.)
20. Eurostat (2022). *Indicators - Employment and social inclusion indicators* [žiūrėta 2022-12-17]. Prieiga per internetą: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/employment-and-social-inclusion-indicators/employment-guidelines/indicators>
21. Eurostat. (2011). *Principal European economic indicators* [žiūrėta 2023-03-30]. Prieiga per internetą: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/4031688/5928360/KS-30-10-689-EN.PDF/bf7da443-edf0-4d48-ad65-373ee6ec4c69?version=1.0>
22. Google Finance. (2023). *NASDAQ: NFLX* [žiūrėta 2023-04-01]. Prieiga per internetą: <https://www.google.com/finance/quote/NFLX:NASDAQ?sa=X&ved=2ahUKEwitrIGCtYj-AhVMiIewKHcBNB5EQ3ecFegQISBAh>
23. Hoffmann, M. and L. Nurski (2021). *What is holding back artificial intelligence adoption in Europe?* [žiūrėta 2022-12-09]. Prieiga per internetą: https://www.bruegel.org/sites/default/files/wp_attachments/PC-24-261121.pdf
24. International Labour Office (ILO). 2. *Guide to understanding the KILM* [žiūrėta 2023-03-28]. Prieiga per internetą: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/publication/wcms_422091.pdf
25. Lietuvos mokslo taryba. *Programa „Horizontas 2020“* [žiūrėta 2023-03-25]. Prieiga per internetą: <https://www.lmt.lt/lt/mokslo-politika/moksliniu-tyrimu-konkursinio-finansavimo-instrumentai/programa-horizontas-2020/349>
26. Lietuvos Respublikos ekonomikos ir inovacijų ministerija. (2023). *Skaitmeninės Europos programa* [žiūrėta 2023-03-25]. Prieiga per internetą: <https://eimin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/skaitmenine-politika/skaitmenines-europos-programa>
27. Lietuvos Respublikos socialinės apsaugos ir darbo ministerija. (2023). *TDO* [žiūrėta 2023-04-01]. Prieiga per internetą: <https://socmin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/tarptautinis-bendradarbiavimas-ir-es/tarptautines-organizacijos/tdo>
28. Lietuvos statistikos departamentas. (2022). *Darbo rinka Lietuvoje (2022 m. leidimas)* [žiūrėta 2023-04-15]. Prieiga per internetą: <https://osp.stat.gov.lt/darbo-rinka-lietuvoje-2022/uzimtumas-nedarbas-ir-laisvos-darbo-vietos/gyventoju-ekonominis-aktyvumas>
29. LinkedIn (2022). *AI Talent in the EU Labour Market*. [žiūrėta 2022-12-09]. Prieiga per internetą: <https://msit.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMzQ1MWZjNTktZjZiZS00MjE5LTkwZGYtMW>

Y0ZTMzYTdiZjRjIiwidCI6IjcyZjk4OGJmLTg2ZjEtNDFhZi05MWFhLTJkN2NkMDExZGI0NyIsImMiOjV9

30. McKinsey Global Institute (2017). *Artificial Intelligence The Next Digital Frontier?* [žiūrėta 2022-12-11]. Prieiga per internetą: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/advanced%20electronics/our%20insights/how%20artificial%20intelligence%20can%20deliver%20real%20value%20to%20companies/mgi-artificial-intelligence-discussion-paper.ashx>
31. Krafft, C., & Assaad, R. (2014). *Why the Unemployment Rate is a Misleading Indicator of Labor Market Health in Egypt* [žiūrėta 2023-04-01]. Prieiga per internetą: <https://erf.org.eg/publications/why-the-unemployment-rate-is-a-misleading-indicator-of-labor-market-health-in-egypt/?tab=undefined&c=undefined>
32. McMurtrie, B. (2022). *Teaching Experts Are Worried About ChatGPT, but Not for the Reasons You Think* [žiūrėta 2023-03-05]. Prieiga per internetą: <https://www.chronicle.com/article/ai-and-the-future-of-undergraduate-writing>
33. Melloddy Project. (2023). *Melloddy Project Objectives* [žiūrėta 2023-03-25]. Prieiga per internetą: <https://www.melloddy.eu/objectives>
34. Oficialios statistikos portalas. (2023). *Lietuvos gyvenimo kokybės rodikliai* [žiūrėta 2023-03-26]. Prieiga per internetą: <https://osp.stat.gov.lt/gyvenimo-kokybes-rodikliai>
35. OECD (2022). *VC investments in AI by country*. [žiūrėta 2022-12-11]. Prieiga per internetą: <https://oecd.ai/en/data?selectedArea=investments-in-ai-and-data&selectedVisualization=vc-investments-in-ai-by-country>
36. OECD (2021). *AI Policy Observatory Portal*. [žiūrėta 2022-12-17]. Prieiga per internetą: <https://oecd.ai/en/dashboards/policy-initiatives/http:%2F%2Faipo.oecd.org%2F2021-data-policyInitiatives-24126>
37. PwC. (2018). *The macroeconomic impact of artificial intelligence*, [žiūrėta 2023-04-19]. Prieiga per internetą: <https://www.pwc.co.uk/economic-services/assets/macro-economic-impact-of-ai-technical-report-feb-18.pdf>
38. Robson, B., Cormack, D. & Cram, F. (2007). *Social And Economic Indicators* [žiūrėta 2023-03-30]. Prieiga per internetą: <https://www.otago.ac.nz/wellington/otago067742.pdf>
39. Sherpa Project. (2023). *About Sherpa Project* [žiūrėta 2023-03-25]. Prieiga per internetą: <https://www.project-sherpa.eu/about/>
40. Statista (2022). *Projected artificial intelligence spending in Europe in 2019, 2020, and 2023*. [žiūrėta 2022-12-09]. Prieiga per internetą: <https://www.statista.com/statistics/1115464/ai-spending-europe/>
41. State of AI (2022). *Chapter 7: Europe's AI startups*. [žiūrėta 2022-12-09]. Prieiga per internetą: <https://www.stateofai2019.com/chapter-7-europes-ai-startups>
42. Tarptautinė darbo organizacija (2019). *Sauga ir sveikata kaip ateities darbo pagrindas* [žiūrėta 2022-12-17]. Prieiga per internetą: https://www.vdi.lt/PdfUploads/DSS_ateities_darbo_pagrindas.pdf
43. Valstybės duomenų agentūra. (2023). *Darnus vystymasis: 8 tikslas* [žiūrėta 2023-03-26]. Prieiga per internetą: <https://lithuaniasdg-ls-osp-sdg.hub.arcgis.com/pages/38528fd86eed40e48a3f487d3699aaba>
44. Vanian, J. (2023). *Microsoft adds OpenAI technology to Word and Excel* [žiūrėta 2023-03-05]. Prieiga per internetą: <https://www.cnn.com/2023/03/16/microsoft-to-improve-office-365-with-chatgpt-like-generative-ai-tech-.html>

45. Wolff G. Anderson J. Viry P. (2020). *Europe has an artificial-intelligence skills shortage*. [žiūrēta 2022-12-10]. Prieiga per internetą: <https://www.bruegel.org/blog-post/europe-has-artificial-intelligence-skills-shortage>
46. World Economic Forum (2018). *The Future of Jobs Report 2018: Insight Report Centre for the New Economy and Society*. [žiūrēta 2023-04-07]. Prieiga per internetą: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf.
47. Wilhelm A., Heim A. (2021). *Expect an even hotter AI venture capital market in the wake of the Microsoft-Nuance deal*. [žiūrēta 2022-12-11]. Prieiga per internetą: <https://techcrunch.com/2021/04/13/expect-an-even-hotter-ai-venture-capital-market-in-the-wake-of-the-microsoft-nuance-deal/>

Priedai

1 priedas. Kintamųjų integruotumo vertinimas pagal Levin tikimybę

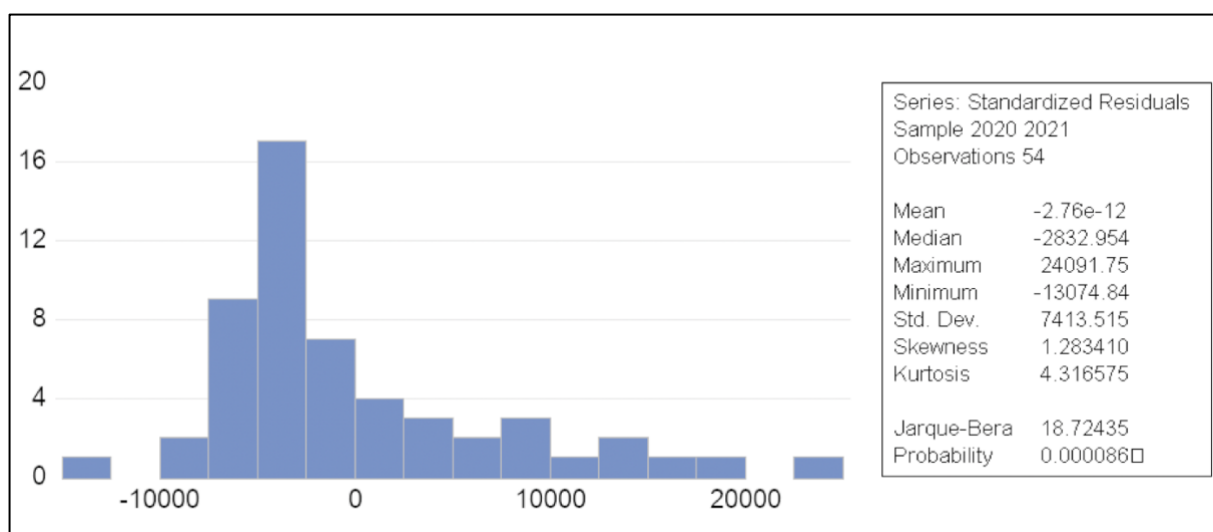
Laiko eilutės reikšmės	Levin testas			Laiko eilutės integruotumas
	Be poslinkio ir trendo	Su poslinkiu	Su poslinkiu ir trendu	
Investicijos į DI technologijas, mln. JAV dolerių				I(1)
Nediferencijuotos	1,0000	1,0000	0,5101	
Diferencijuotos 1 kartą	0,0000	-	-	
DI talentų koncentracija, %				I(1)
Nediferencijuotos	1,0000	1,0000	1,0000	
Diferencijuotos 1 kartą	1,0000	1,0000	0,0000	
DI kursai anglų kalba, %				I(0)
Nediferencijuotos	0,0000	-	-	
DI kursai anglų kalba, tūkst.				I(0)
Nediferencijuotos	1,0000	0,0000	-	
Programuotojų įsitraukimas į DI projektus, %				I(0)
Nediferencijuotos	0,0000	-	-	
DI moksliniai straipsniai, %				I(0)
Nediferencijuotos	0,7250	0,2339	0,0000	
Nauji DI startuoliai, vnt.				I(1)
Nediferencijuotos	0,1945	0,3278	0,5681	
Diferencijuotos 1 kartą	0,0000	-	-	
Užimtumo lygis, %				I(0)
Nediferencijuotos	1,0000	0,2723	0,0000	
Nedarbo lygis, %				I(0)
Nediferencijuotos	0,0000	-	-	
Vidutinis atlyginimas, Eur				I(0)
Nediferencijuotos	1,0000	1,0000	0,0010	
Laisvų darbo vietų lygis, %				I(0)
Nediferencijuotos	0,8813	0,8948	0,0000	
Darbo našumo lygis, %				I(0)
Nediferencijuotos	0,9871	0,9496	0,0000	

2 priedas. Kintamųjų integruotumo vertinimas pagal ADF tikimybę

Laiko eilutės reikšmės	ADF testas			Laiko eilutės integruotumas
	Be poslinkio ir trendo	Su poslinkiu	Su poslinkiu ir trendu	
Investicijos į DI technologijas, mln. JAV dolerių				I(1)
Nediferencijuotos	0,9998	1,0000	0,8042	
Diferencijuotos 1 kartą	0,0000	-	-	
DI talentų koncentracija, %				I(2)
Nediferencijuotos	1,0000	1,0000	1,0000	
Diferencijuotos 1 kartą	1,0000	1,0000	0,4342	
Diferencijuotos 2 kartus	0,3412	0,0074	-	
DI kursai anglų kalba, %				I(0)
Nediferencijuotos	0,0000	-	-	
DI kursai anglų kalba, tūkst.				I(1)
Nediferencijuotos	1,0000	0,9797	0,9733	
Diferencijuotos 1 kartą	0,0010	-	-	
Programuotojų įsitraukimas į DI projektus, %				I(0)
Nediferencijuotos	0,0000	-	-	
DI moksliniai straipsniai, %				I(1)
Nediferencijuotos	0,9981	0,6671	0,3346	
Diferencijuotos 1 kartą	0,0000	-	-	
Nauji DI startuoliai, vnt.				I(1)
Nediferencijuotos	0,6339	0,6900	0,9995	
Diferencijuotos 1 kartą	0,0000	-	-	
Užimtumo lygis, %				I(1)
Nediferencijuotos	1,0000	1,0000	0,7968	
Diferencijuotos 1 kartą	0,0000	-	-	
Nedarbo lygis, %				I(0)
Nediferencijuotos	0,0000	-	-	
Vidutinis atlyginimas, Eur				I(1)
Nediferencijuotos	1,0000	1,0000	0,8181	
Diferencijuotos 1 kartą	0,0000	-	-	

Laisvų darbo vietų lygis, %				I(1)
Nediferencijuotos	1,0000	1,0000	0,9903	
Diferencijuotos 1 kartą	0,0000	-	-	
Darbo našumo lygis, %				I(1)
Nediferencijuotos	0,9659	0,9943	0,5861	
Diferencijuotos 1 kartą	0,0000			

3 priedas. Galutinio modelio liekamųjų paklaidų prielaidų vertinimas (priklausomas kintamasis – vidutinis atlyginimas)



Residual Cross-Section Dependence Test

Null hypothesis: No cross-section dependence (correlation) in residuals

Equation: Untitled

Periods included: 2

Cross-sections included: 27

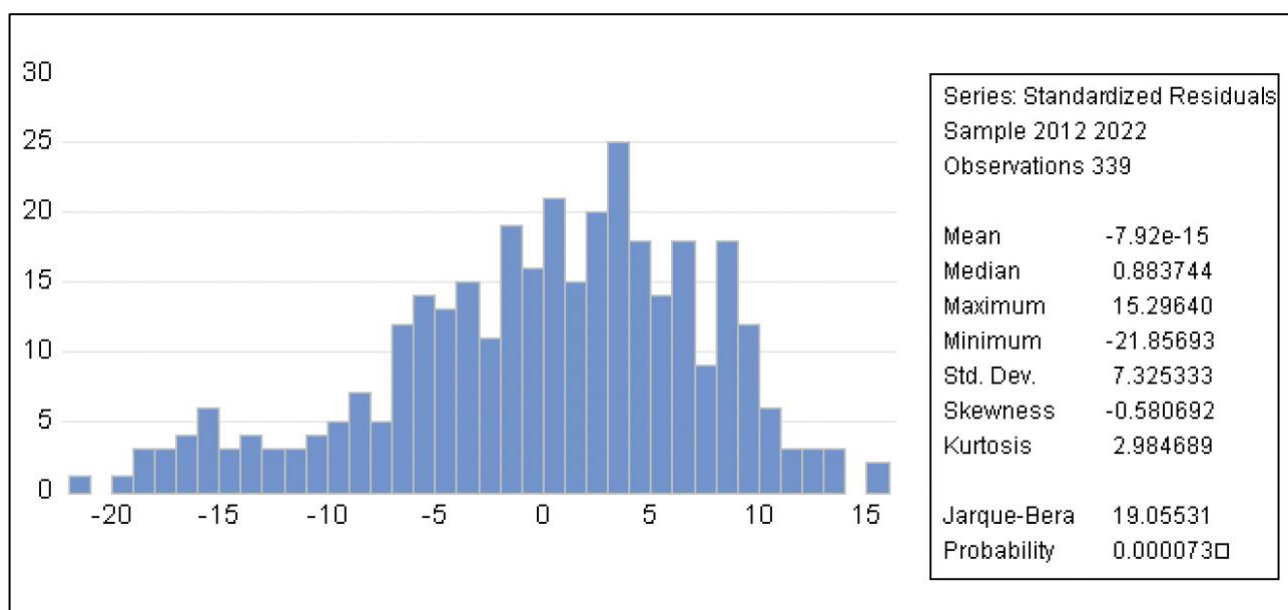
Total panel observations: 54

Note: non-zero cross-section means detected in data

Cross-section means were removed during computation of correlations

Test	Statistic	d.f.	Prob.
Breusch-Pagan LM	702.0000	351	0.0000
Pesaran scaled LM	13.24764		0.0000
Pesaran CD	-0.679366		0.4969

4 priedas. Galutinio modelio liekamųjų paklaidų prielaidų vertinimas (priklausomas kintamasis – užimtumo lygis)



Residual Cross-Section Dependence Test

Null hypothesis: No cross-section dependence (correlation) in residuals

Equation: Untitled

Periods included: 11

Cross-sections included: 31

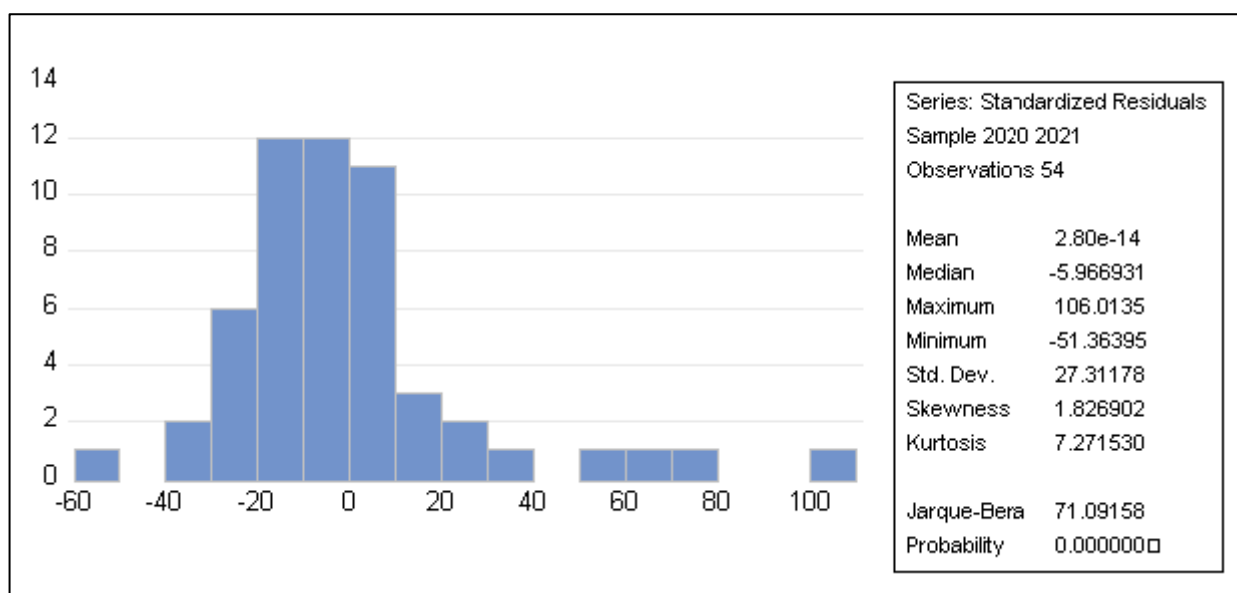
Total panel (unbalanced) observations: 339

Note: non-zero cross-section means detected in data

Test employs centered correlations computed from pairwise samples

Test	Statistic	d.f.	Prob.
Breusch-Pagan LM	3533.853	465	0.0000
Pesaran scaled LM	100.6317		0.0000
Pesaran CD	55.06236		0.0000

5 priedas. Galutinio modelio liekamųjų paklaidų prielaidų vertinimas (priklausomas kintamasis – darbo našumo lygis)



Residual Cross-Section Dependence Test
Null hypothesis: No cross-section dependence (correlation) in residuals
Equation: Untitled
Periods included: 2
Cross-sections included: 27
Total panel observations: 54
Note: non-zero cross-section means detected in data
Cross-section means were removed during computation of correlations

Test	Statistic	d.f.	Prob.
Breusch-Pagan LM	702.0000	351	0.0000
Pesaran scaled LM	13.24764		0.0000
Pesaran CD	-0.679366		0.4969