

VILNIAUS UNIVERSITETAS
EKONOMIKOS IR VERSLO ADMINISTRAVIMO FAKULTETAS

KOKYBĖS VADYBA
Ugnės Augūnaitės
MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

SU *PRAMONĖ 4.0* SUSIJUSIŲ VEIKSNIŲ ĮTAKA SAUGUMUI DĖL DARBO VIETOS
BIOMEDICINOS SEKTORIUJE (LIETUVOS ATVEJIS)

IMPACT OF *INDUSTRY 4.0* RELATED FACTORS ON JOB SECURITY IN
BIOMEDICINE SECTOR (CASE STUDY OF LITHUANIA)

Magistrantas _____
(parašas)

Darbo vadovas _____
(parašas)

Darbo vadovas prof. Dalius Serafinas

Darbo įteikimo data:

Registracijos Nr.

Vilnius, 2021

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS	3
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	4
ĮVADAS	5
1. PRAMONĖ 4.0 APŽVALGA	8
1.1 Samprata.....	8
1.2 Situacija pasaulyje.....	12
1.3 Situacija Lietuvoje.....	13
2. PRAMONĖ 4.0 BIOMEDICINOJE	16
2.1 Biomedicinos samprata	16
2.2 Genetikos mokslų pažanga biomedicinoje	17
2.3 Nanotechnologijos biomedicinoje	21
2.4 “Didieji duomenys” biomedicinoje	22
2.5 Dirbtinis intelektas biomedicinoje	23
2.6 Robotika biomedicinoje	25
2.7 3D spausdinimas biomedicinoje.....	26
2.8 “Daiktų internetas” biomedicinoje	27
3. PRAMONĖ 4.0 ĮTAKA POKYČIAMS DARBO RINKOJE	29
3.1 Įdarbinimas ir darbo kultūra.....	29
3.2 Saugumas dėl darbo vietos.....	31
3.3 Pasirengimas <i>Pramonė 4.0</i>	31
4. SU PRAMONĖ 4.0 SUSIJUSIŲ VEIKSNIŲ ĮTAKOS SAUGUMUI DĖL DARBO VIETOS TYRIMO METODOLOGIJA IR METODIKA	34
4.1 Autorinio tyrimo metodologija	34
4.2 Kokybinio tyrimo metodika	38
4.3 Kiekybinio tyrimo metodika	38
5. SU PRAMONĖ 4.0 SUSIJUSIŲ VEIKSNIŲ ĮTAKOS SAUGUMUI DĖL DARBO VIETOS TYRIMO REZULTATAI.....	42
5.1 Kokybinio tyrimo rezultatai	42
5.2 Kiekybinio tyrimo rezultatai	49
IŠVADOS	64
LITERATŪROS SĄRAŠAS	67
SANTRAUKA.....	72
SUMMARY	74
PRIEDAI.....	76
1 Priedas – Apklausos anketos struktūra	76

LENTELIŲ SĄRAŠAS

- 1 lentelė - *Pagrindinės biomedicinos paslaugos ir produktai*
- 2 lentelė - *Regeneracinės medicinos pritaikymas skirtingose biomedicinos srityse*
- 3 lentelė - *Nanotechnologijų taikymas biomedicinoje*
- 4 lentelė - *„Medicinos daiktų internetas“*
- 5 lentelė - *Profesijos, kurioms būdinga didžiausia ir mažiausia automatizavimo tikimybė*
- 6 lentelė - *Pasaulio ekonomikos forumo prognozė 2022 metams*
- 7 lentelė - *Interviu su ekspertais (1 klausimas)*
- 8 lentelė - *Interviu su ekspertais (2 klausimas)*
- 9 lentelė - *Interviu su ekspertais (3 klausimas)*
- 10 lentelė - *Interviu su ekspertais (4 klausimas)*
- 11 lentelė - *„Svarbiausi rytdienos įgūdžiai biomedicinoje“*
- 12 lentelė - *Tyrimo dalyvių pasiskirstymas pagal demografinius rodiklius*
- 13 lentelė - *Tyrimo dalyvių pasiskirstymas pagal darbo biomedicinos sektoriuje specifiką ir patirtį*
- 14 lentelė - *Tyrimo dalyvių informuotumas apie Pramonę 4.0 technologijas*
- 15 lentelė - *Informuotumas apie Pramonę 4.0 (skirtumai tarp nepriklausomų kintamųjų)*
- 16 lentelė - *Domėjimosi Pramonę 4.0 klausimyno teiginių suderintumas*
- 17 lentelė - *Domėjimasis Pramonę 4.0 (skirtumai tarp nepriklausomų kintamųjų)*
- 18 lentelė - *Bendras turimų įgūdžių vertinimas*
- 19 lentelė - *Turimų įgūdžių vertinimas (skirtumai tarp nepriklausomų kintamųjų)*
- 20 lentelė - *Perkvalifikavimo potencialo klausimyno teiginių suderintumas*
- 21 lentelė - *Polinkis persikvalifikuoti (skirtumai tarp nepriklausomų kintamųjų)*
- 22 lentelė - *Saugumo dėl darbo vietos klausimyno teiginių suderintumas*
- 23 lentelė - *Saugumas dėl darbo vietos (skirtumai tarp nepriklausomų kintamųjų)*
- 24 lentelė - *Informuotumo apie Pramonę 4.0 ir domėjimosi Pramonę 4.0 ryšys*
- 25 lentelė - *Domėjimosi Pramonę 4.0 ir pasirengimo Pramonę 4.0 ryšys*
- 26 lentelė - *Pasirengimo Pramonę 4.0 ir saugumo dėl darbo vietos ryšys*
- 27 lentelė - *Turimų įgūdžių vertinimo ir saugumo dėl darbo vietos ryšys*
- 28 lentelė - *Determinacijos koeficientas pradinėje regresijos lygtyje*
- 29 lentelė - *ANOVA p reikšmė pradinėje regresijos lygtyje*
- 30 lentelė - *Determinacijos koeficientas patobulintoje regresijos lygtyje*
- 31 lentelė - *ANOVA p reikšmė patobulintoje regresijos lygtyje*
- 32 lentelė - *Beta koficientas ir dispersijos mažėjimo daugikliai*
- 33 lentelė - *Išskirtys*

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

- 1 paveikslas* - Pramonės revoliucijų chronologija
- 2 paveikslas* - UAB „Genotipas“ atliekamas farmakogenetinis vaistų toleravimo tyrimas
- 3 paveikslas* - Konkretaus paciento „CNA“ kodas
- 4 paveikslas* - Tyrimo planas
- 5 paveikslas* - Teorinis tyrimo modelis
- 6 paveikslas* - Informuotumas apie *Pramonę 4.0*
- 7 paveikslas* - Domėjimasis *Pramone 4.0*
- 8 paveikslas* - Polinkis persikvalifikuoti
- 9 paveikslas* – *Pramonė 4.0* aktualumas
- 10 paveikslas* - Duomenų normalusis pasiskirstymas ir homoskedastiškumas
- 11 paveikslas* - Su *Pramone 4.0* susiję veiksniai ir saugumas dėl darbo vietos

IVADAS

Darbo temos aktualumas

Įsibėgėjanti ketvirtoji pramonės revoliucija ir naujų technologijų taikymas netruks pakeisti darbus, susijusius su įprastu, rutininių užduočių atlikimu, todėl ateityje nemažai darbo vietų bus visiškai naujos arba iš esmės pasikeis, o užduotims atlikti bus reikalingi nauji įgūdžiai (Illanes ir kiti, 2018). Tinkami darbuotojų įgūdžiai yra viena iš trijų pagrindinių *Pramonė 4.0* varomųjų jėgų. Vis daugiau verslų pripažįsta, kad *Pramonė 4.0* pokyčiai yra neatsiejami nuo būtinybės tinkamai perkvalifikuoti darbuotojus. Vykdam naujų darbuotojų atrankas, didžiausią dėmesį rekomenduojama kreipti nebe į patirtį ir žinias, o į „perkvalifikavimo potencialą“, apimančią darbuotojo atvirumą naujovėms, norą mokytis, gebėjimą adaptuotis ir planuoti laiką (Future Jobs Report, 2018).

Permainų laikotarpis yra neatsiejamas nuo neužtikrintumo ir psichologinio nesaugumo. Vis garsiau kalbama apie tai, kokių darbo vietų netolimoje ateityje neliks, todėl į procesų skaitmenizavimą ir automatizavimą dažnai žvelgiama su abejone ar netgi baime. Natūralu, kad šiuo metu planuoti karjerą yra gana sudėtinga, tačiau ar visus lydi nežinomybė ir pasimetimas? Galbūt žengiantys koja kojon su pažanga – t.y. besidomintys *Pramonė 4.0* technologijomis ir jų taikymo galimybėmis dėl darbo vietos išsaugojimo jaučiasi ramesni? Vadovaujantis prielaida, kad „žinios įgalina veikti“, būtų galima manyti, jog domėjimasis *Pramonė 4.0* skatina žmones sąmoningai ugdyti kitokiam rytojui reikalingus įgūdžius ir savybes, taip sumažinant riziką tapti „nereikalingais“ darbo rinkoje ir baimę netekti darbo vietos. Kita vertus, didžiulis informacijos kiekis apie *Pramonė 4.0* sąlygojamas permainas gali vis labiau auginti nerimą ir demotyvuoti imtis papildomų pastangų ruošiantis ateičiai.

Šiandien *Pramonė 4.0* technologijos (dirbtinis intelektas, robotizacija, procesų skaitmenizavimas, 3D spausdinimas ir kt.) yra pasiekiamos ir taikomos vis daugiau viešų įstaigų ir privačių verslų. Tikėtina, kad ketvirtoji pramonės revoliucija, kartu su e-mobilumu ir populiarėjančia nuotolinio darbo specifika atneš puikias pasaulinės karjeros galimybes, kuriomis pasinaudos tie, kurie sureagavo ir permainoms pasirengė anksčiausiai. Pasaulio ekonomikos forumo prognoze, iki 2022 metų, mašinos pakeis 750 milijonų darbo vietų, tačiau net 133 milijonai naujų pozicijų bus sukurta skaitmenizuotų procesų palaikymui (Future Jobs Report, 2018).

Darbo problema

- Šiai dienai nėra jokių tyrimų Lietuvos biomedicinos sektoriaus darbuotojų informuotumui, domėjimuisi ir pasirengimui *Pramonė 4.0* nustatyti.
- Kadangi tema nauja ir beveik nenagrinėta, nėra žinoma kaip su *Pramonė 4.0* susiję veiksniai (informuotumas, domėjimasis ir pasirengimas) įtakoja saugumą dėl darbo vietos.

Darbo tikslas

Išanalizavus ketvirtosios pramonės revoliucijos sąlygojamus pokyčius, nustatyti su *Pramonė 4.0* susijusių veiksnių įtaką saugumui dėl darbo vietos Lietuvos biomedicinos sektoriuje.

Darbo uždaviniai

1. Atskleisti *Pramonė 4.0* revoliucijos sampratą, priežastis ir raidą, aprašyti *Pramonė 4.0* technologijų pritaikymo galimybes biomedicinoje (gamyboje ir paslaugų teikime) bei *Pramonė 4.0* įtaką pokyčiams darbo rinkoje.
2. Išnagrinėti ryšius tarp su *Pramonė 4.0* susijusių veiksnių (informuotumo, domėjimosi, pasirengimo) ir saugumo dėl darbo vietos Lietuvos biomedicinos sektoriuje.
3. Įvertinti su *Pramonė 4.0* susijusių veiksnių įtaką saugumui dėl darbo vietos Lietuvos biomedicinos sektoriuje.
4. Išanalizavus gautus rezultatus, pateikti išvadas ir pasiūlymus, numatyti tolimesnių tyrimų galimybes.

Darbe naudoti tyrimo metodai

- Mokslinės literatūros analizė – padėjo išsamiau suprasti tiriamą reiškinį – ketvirtąją pramonės revoliuciją biomedicinoje bei jos sąlygojamus pokyčius darbo rinkoje.
- Pusiaus struktūruotas interviu (su ekspertais) – padėjo nustatyti netolimai ateičiai reikalingiausius biomedicinos sektoriaus darbuotojų įgūdžius (sudarytas sąrašas „Svarbiausi rytdienos įgūdžiai biomedicinoje“) bei savybes, reikalingas sėkmingam perkvalifikavimo procesui.
- Anketinė apklausa – naudota tyrimui reikalingiems duomenims surinkti.
- Statistinė duomenų analizė – naudota surinktų duomenų analizei – autorės sudarytų klausimynų validumo (teiginių suderintumo) patikrai, tyrimo hipotezių tikrinimui.

Darbo struktūra

Magistro baigiamąjį darbą sudaro trys dalys:

1. Pirmojoje dalyje nagrinėjama ketvirtosios pramonės revoliucijos samprata bei *Pramonė 4.0* technologijų taikymas biomedicinoje, siekiama įvertinti *Pramonė 4.0* reikšmę pokyčiams darbo rinkoje, apžvelgiant naujausius literatūros šaltinius.
2. Antrojoje dalyje detalai aprašoma autorinio tyrimo metodologija.
3. Trečiojoje dalyje pateikiami tyrimo rezultatai bei autorės išvados ir įžvalgos.

Darbo apimtis

75 puslapiai, 11 paveikslų, 33 lentelės, 68 literatūros šaltiniai ir 1 priedas.

1. PRAMONĖ 4.0 APŽVALGA

1.1 Samprata

Terminas *ketvirtoji pramonės revoliucija* arba trumpinys *Pramonė 4.0* skamba vis dažniau ir plačiau – tampa akivaizdu, kad vėl gyvename aktyvaus pramonės perversmo laikotarpiu. Norint geriau suprasti, ką žada šis pokyčių metas, reikėtų įvertinti pramonės raidą ir iki šiol vykusius pasikeitimus.

Žodis *revoliucija* (lot. *revolutio* – perversmas) apibūdinamas kaip kokybinis gamtos, visuomenės, pažinimo reiškinių raidos staigus pasikeitimas (Lietuvių kalbos žodynas). Todėl, aptariant ketvirtąją pramonės revoliuciją, kalbame apie *staigų* pramonės pasikeitimą, vykstantį jau ketvirtą kartą. Kokie buvo pirmieji trys pramonės perversmai? Kuo jie skiriasi nuo dabartinio?

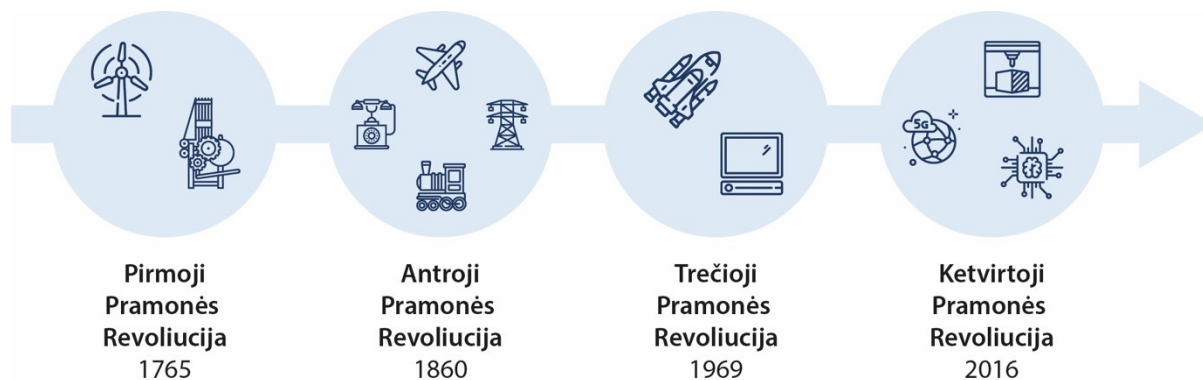
Pirmoji pramonės revoliucija prasidėjo Didžiojoje Britanijoje, jos pradžia skaičiuojama nuo 1765 metų, „Jenny“ verpimo mašinos sukūrimo, kurios veikimui kiek vėliau buvo panaudota vėjo energija, pakeitusi iki tol naudotą mechaninę jėgą (sukimą rankomis). Šis atradimas ženkliai pagreitino tekstilės gamybą ir paskatino įvairių mašinų mechanizacijos pradžią bei išaugusį vandens ir garo energijos panaudojimą kitose pramonės srityse. Gamybos technologijų pokytis lėmė amatininkų cechų nykimą, juos pakeitė sparčiai statomi fabrikai. Juose imtas taikyti darbo pasidalijimo principas – pradėta gaminti greičiau ir pigiau, darbininkai tapo didžiulės gamybinės sistemos sraigteliais, atliekančiais tas pačias, pasikartojančias funkcijas (Mohajan, 2019).

Laikotarpis tarp 1860 ir 1914 metų, vadinamas antrąja pramonės revoliucija, arba – *technologijų revoliucija*. Šis perversmas įvyko, vėlgi, paskatintas daugybės naujų išradimų: elektros generatoriaus, vidaus degimo variklio, elektros ryšių technologijų - telegrafo, telefono ir radijo ryšio (Mohajan, 2020). Pasaulį apipynė tankus geležinkelių tinklas, suklestėjo komunikacija - prasidėjo globalizacijos procesas. Antroji pramonės revoliucija, trukusi iki pat pirmojo pasaulinio karo pradžios, įtakoją pasaulinių importo ir eksporto rinkų susiformavimą. Kasdienis žmonių gyvenimas tapo patogesnis – pradėti konstruoti liftai, mašinos ir lėktuvai, atsirado vidinis vandentiekis ir kanalizacija, tačiau, kartu su patogumais, šis perversmas atnešė didžiulę materialinę atskirtį ir ekologinę taršą.

Trečiąją pramonės revoliuciją (dar vadinamą *skaitmenine revoliucija*) lėmė informacinių technologijų ir pirmųjų kompiuterių atsiradimas. Šis laikotarpis prasidėjo pakankamai neseniai – tik prieš pusę amžiaus (skaičiuojama nuo 1969 metų, interneto vystymo pradžios). Trečiasis pramonės perversmas lėmė elektroninių prietaisų tobulėjimą, informacijos perdavimo signalui pasikeitus iš analoginio į skaitmeninį, atvėrė duris ekspedicijoms į kosmosą, moksliniams tyrimams ir biotechnologijoms (Glowacki-Dudka, 2012).

Sparčiai besivystant informacinėms technologijoms, pasaulis pasitinka ketvirtąją pramonės revoliuciją – laikotarpį, kurio metu suklesti dirbtinis intelektas, debesija, robotika,

išmaniosios gamyklos, daiktų internetas, 3D spausdinimas, genų inžinerija, kvantiniai skaičiavimai ir kitos, dar sykį *naujomis* galimos vadinti, pažangios technologijos (Schwab, 2016). Ankstesnės pramonės revoliucijos sudarė sąlygas masinei gamybai, milijardams žmonių suteikė galimybę pažinti skaitmeninį pasaulį, tačiau ši, *ketvirtoji pramonės revoliucija*, vyksta kitokiame, platesniame, lygmenyje. Ji apjungia fizinį, skaitmeninį ir biologinį pasaulius ir netgi skatina suabejoti: *ką reiškia būti žmogumi?*



1 paveikslas – Pramonės revoliucijų chronologija (sudaryta darbo autorės)

- **Dirbtinis intelektas – DI** (angl. *Artificial Intelligence*)

Mašinos, gebančios imituoti natūralų intelektą - t.y. žmogaus ar gyvūno kognityvines funkcijas (mokymąsi, problemų sprendimą), yra viena iš pagrindinių *Pramonė 4.0* varomųjų jėgų (Schwab, 2016). Dirbtiniu intelektu įprastai žaivimasi – jis mums siūlo grojaraščius, prognozuoja ligas, vairuoja automobilius ir traukinius, pilotuoja lėktuvus... Kita vertus, vis suabejojame, ar *dirbtinis protas* netaps pranašesnis už mus pačius, todėl esama nemažai skepticizmo ir atsargos svarstant šios technologijos pritaikymo versle galimybes.

Nepaisant to, dirbtinio intelekto potencialas yra milžiniškas - „McKinsey Global Institute“ tyrimai rodo, kad iki 2030 m. *DI* galėtų išauginti pasaulinę ekonominę produkciją iki 13 trilijonų dolerių per metus (Cheatham, Javanmardian ir Samandari, 2019). Tuo tarpu, Amerikos bankas Merrill Lynch 2015 m. paskelbė ataskaitą, teigdamas, kad iki 2035 m. beveik 800 milijonų darbo vietų (pusė visų darbo vietų Žemėje) gali būti prarasta dėl automatizavimo arba *DI*.

Akivaizdu, kad pasaulis yra suinteresuotas dirbtinio intelekto pasitelkimu - 2018 m. balandžio mėn. Europos Komisija (EK), siekdama pasirengti socialiniams ir ekonominiams pokyčiams, pristatė priemonių rinkinį, skirtą padidinti valstybines ir privačias investicijas dirbtinio intelekto vystymui ir pasitelkimui. Tuo tarpu, „Skaitmeninės Europos“ programa, kurią EK siūlo įgyvendinti per 2021–2027 metus ir kurios bendras biudžetas yra 9,2 milijardo eurų, taip pat numato 2,45 milijardo eurų finansavimą *DI*.

- **Pažangioji robotika**

Robotika apima robotų (užprogramuotų, intelektualių mašinų) projektavimą, konstravimą, valdymą ir naudojimą, pasitelkiant informacinių sistemų inžinerijos, kompiuterių inžinerijos, mechanikos inžinerijos bei elektronikos inžinerijos pasiekimus. Robotika ir dirbtinis intelektas yra viena kitą papildančios technologijos, kurių sąveika neabejotinai charakterizuoja ketvirtąją pramonės revoliuciją (Schwab, 2016). Dirbtinį intelektą pasitelkianti robotika gali tobulinti pati save – pirminis robotų programavimas (užkoduota atliekamų veiksmų eiga ir seka) gali kisti ir laikui bėgant tapti daug kartų efektyvesnis nei originalus programavimas. Kadangi robotai, priešingai nei žmonės, neturi ekonominių, fizinių, psichinių ir socialinių poreikių, jų negina įstatymai, procesų robotizacija sąlygoja eksponentinį efektyvumo ir našumo augimą. Pramoninių robotų įsigijimas tampa vis labiau prieinamas verslams – nuo 2005 m. iki 2014 m. jų kaina sumažėjo 27%, o iki 2025 m. numatomas dar 22% kainos kritimas. Prognozuojama, kad pasitelkus robotiką, per ateinančius 20 metų verslo išlaidos sumažės, tačiau paastrės socialinė nelygybė, kadangi mašinos perims didžiąją dalį darbų – nuo maisto gamybos užkandinėse iki pagyvenusių žmonių priežiūros (Ben-Ari ir Mondada, 2018).

- **Debesų kompiuterija** (angl. *Cloud computing*)

Naudodamiesi *debesų kompiuterija*, internetinio ryšio pagalba, vartotojai iš bet kurio išmaniojo įrenginio gali pasiekti įvairias duomenų saugyklas. Puikus *Cloud* pavyzdys yra „Google“ „Gmail“. „Google“ vartotojai, prisijungę per savo asmeninę „Gmail“ paskyrą, visus savo duomenis (nuotraukas, dokumentus ir kt.) gali pasiekti ir tvarkyti iš bet kurio įrenginio. Duomenys yra saugojami ne konkrečiame įrenginyje, o „debesyje“ – t.y. „Google“ serveryje, kurį įrenginiai pasiekia interneto ryšiu. Manoma, kad debesų kompiuterijos technologijos diegimas yra svarbus veiksnys, spartinantis skaitmeninę transformaciją. Tikėtina, kad netolimoje ateityje visi duomenys bus jungiami prie debesų kompiuterijos (Celesti, Amft ir Villari, 2019).

- **Išmaniosios gamyklos** (angl. *Smart Factories*)

Išmaniosiose gamyklose fiziniai gamybos procesai yra derinami su skaitmeninėmis technologijomis, išmaniųjų įrenginių pasitelkimu bei didelės apimties duomenų apdorojimu. Taip kuriamos lanksčios, prie esamos situacijos prisitaikančios sistemos, gebančios užtikrinti gamybos efektyvumą ir neatitiktį prevenciją (Hozdić, 2015). Išmaniosios gamyklos geba vystytis ir augti kartu su besikeičiančiais organizacijos poreikiais - plėtra į naujas rinkas, naujų produktų ar paslaugų kūrimu, naujų procesų ar technologijų diegimu ir beveik realiu laiku vykdomais gamybos pokyčiais. Dėl galingesnių skaičiavimo ir duomenų analizės galimybių, išmaniosios gamyklos gali organizacijoms suteikti galimybę prisitaikyti prie pokyčių taip, kaip anksčiau padaryti būtų buvę sunku arba netgi neįmanoma.

- **Daiktų internetas** (angl. *Internet of Things, IoT*)

Išmaniųjų įrenginių sąveika interneto tinkle yra viena pagrindinių inovacijų, kurią mums padovanojo ketvirtoji pramonės revoliucija. Sujungus išmaniuosius įrenginius su automatizuotomis sistemomis galima rinkti informaciją, ją analizuoti ir, remiantis analizės rezultatais, sukurti veiksmą, tam tikrai užduočiai atlikti (Lampropoulos, Siakas ir Anastasiadis, 2019). Šiuo metu, *daiktų interneto* technologija yra pakankamai plačiai atpažįstama ir naudojama išmaniuosiuose namų apyvokos produktuose - pavyzdžiui „Amazon Echo“ kolonėlose, kurias vartotojai gali valdyti savo balsu – išsirinkti norimą muziką, sudaryti darbų sąrašą, nusistatyti žadintuvą, įsijungti norimas transliacijas bei pasiekti orų, eismo ir kitą reikalingą informaciją realiuoju laiku (kolonėlės internetu kontaktuoja su kitais įrenginiais – grotuvais, telefonu, televizoriumi ir pan.).

- **3D spausdinimas**

Iki šiol taikytą atėmimo gamybos būdą pakeičia pridėtinė gamyba – vientisų trimačių objektų spausdinimas. Naudojant 3D spausdinimą, nesudėtingai galima pagaminti individualizuotą, mažos apimties produkciją, gamyboje sunaudojant tik tiek medžiagų, kiek reikalinga – t.y. išvengiant atliekų. Šis gamybos būdas yra pranašus tuo, kad norimo produkto skaitmeniniai prototipai gali būti itin tiksliai sukurti ir lengvai modifikuojami. Įdomu, jog didieji pasaulio automobilių gamintojai jau spausdina transporto priemonių variklius, o 2018 m. Amsterdame iš nerūdijančio plieno buvo atspausdintas pirmasis pėsčiųjų tiltas. MITA specialistų teigimu, pasaulinė 3D spausdinimo technologijų rinka praėjusiais metais siekė apie 14 mlrd. JAV dolerių. Prognozuojama, jog iki 2022 m. ji išaugs net iki 23 mlrd. JAV dolerių. Tikimasi, kad iki 2025 m. 3D spausdintuvu bus pagamintas pirmasis automobilis, atlikta pirmoji 3D spausdintuvu sukurtų kepenų transplantacija, o pridėtinės gamybos būdu pagamintų bendro vartojimo prekių skaičius išaugs iki 5 procentų. 3D spausdinimas sparčiai tobulėja atverdamas duris dar pažangesnei technologijai, vadinamai 4D spausdinimu – produktų, gebančių adaptuotis pagal besikeičiančias aplinkos sąlygas (karštį, drėgmę), gamybai (Schwab, 2016).

- **Genetinės manipuliacijos**

Inovacijos biologijos ir genetikos srityse paskatino intensyvios genų inžinerijos pradžią – pasitelkiant biotechnologijas, imta modifikuoti gyvų organizmų genetinę informaciją. Genų redagavimo technologijos plačiausiai taikomos biomedicinos sektoriuje: genų terapijoje, bioterapinių (biologinių) vaistų gamyboje bei ligų diagnostikoje. Kita vertus, genų inžinerijos progreso rezultatais naudojasi ir daugiau pramonės sričių – žemės ūkyje kuriami herbicidams ir oro permainoms atsparūs augalai, tekstilės pramonė naudoja transgeninių ožkų piene susintetintą šilką (Miglani, 2016). Neabejotina, kad genų inžinerijos pasiekimai bus taikomi vis plačiau, kas

sąlygos sparčius pramonės pokyčius. Jų rezultatų laukiame su nekantrumu, tačiau šiek tiek nedrąsiai – pirmiausia būtina nusibrėžti etines ribas keičiant gyvojo pasaulio genetinį kodą.

- **Kvantiniai skaičiavimai**

Klasikiniai kompiuteriai atlieka skaičiavimus, kurie mums suteikė dabartinį skaitmeninį amžių, tačiau juos keičia galingesni ir radikaliai skirtingi skaičiavimai, atliekami kvantinių kompiuterių (Grossu, 2018). Ši technologija, vadinama kvantiniu skaičiavimu, veikia pagal visiškai skirtingus mokslinius principus ir gali sąlygoti didžiulį technologinį šuolį į priekį, kuris įgalins dirbtinio intelekto, medicinos, chemijos, kosmoso tyrimų, dirbtinės realybės ir dar daugiau proveržių.

- **Kibernetinė sauga**

Kibernetinė sauga yra prie interneto prijungtų aparatinės / programinės įrangos ir duomenų sistemų apsauga nuo kibernetinių atakų. Pramonės ir verslo analitikai bei ES skatina holistinį požiūrį į kibernetinį saugumą skaitmeninant pramonę, kai saugumo priemonės yra iš anksto integruojamos į visą aparatinės ir programinės įrangos kūrimo ciklą ir įvairias daugiasluoksnes tiekimo ir vertės grandines. Tačiau fizinių ir skaitmeninių sistemų (taip pat vadinamųjų IT / OT konvergencija) integravimas į kibernetinių fizinių sistemų (CPS), daiktų interneto (IoT), debesų kompiuterija pagrįsto projektavimo ir gamybos paradigmas atskleidžia naujus pažeidžiamumus ir grėsmes vertės grandinėms, išmaniems fabrikams ir produktams.

Visos šios technologijos ir naujovės jau yra taikomos įvairiose pramonės srityse, viena iš jų - biomedicina, kurios progresas gali ženkliai pagerinti sveikatos priežiūros paslaugų kokybę.

1.2 Situacija pasaulyje

Ketvirtosios pramonės revoliucijos pradžia laikomi 2011 metai, kuomet Vokietijos verslo, politikos ir akademinės bendruomenės atstovai susirinko aptarti iniciatyvų Vokietijos konkurencingumui gamybos pramonėje didinti ir pirmą kartą pavartojo terminą „*Pramonė 4.0*“. Nuo šios datos, Vokietijoje veikia suformuota darbo grupė, vadovaujanti ketvirtosios pramonės revoliucijos technologijų diegimo ir plėtros projektams įvairiose pramonės srityse, ypač inžinerijoje ir automobilių gamyboje (Siau, Xi ir Zou, 2019). Šalyje jau kuriasi „išmaniosios gamyklos“ – pavyzdžiui, bendrovė „Siemens“ pritaikė skaitmenizavimą, išmanųjį duomenų valdymą, debesų kompiuteriją ir dirbtinį intelektą visose gamybos, gamybos valdymo, produkcijos transportavimo bei pardavimo procesuose (Helmrich, 2015).

Jungtinės Amerikos Valstijos (JAV), pasaulio IT lyderė, siekia pasitelkti informacinių technologijų resursus – „didžiuosius duomenis“ (angl. „*Big Data*“), analitinius metodus ir bevielius tinklus sparčiam pažangiosios robotikos vystymui. Ataskaitoje „*Pramonė 4.0* rinka ir technologijos. Dėmesys JAV - 2018–2023 m.“ (angl. „*Industry 4.0 Market & Technologies. Focus*

on the U.S. – 2018-2023”), JAV konkurencinė kova su Kinija, Meksika ir Europos Sąjunga įvardijama kaip dar viena *Pramonė 4.0* varomoji jėga. Norėdama tapti pirmąja pasaulio gamintoja, JAV vyriausybė investuoja į mokslinius tyrimus ir plėtrą, teikia subsidijas ir mokesčių lengvatas gamybos įmonėms, besidiegiančioms ketvirtosios pramonės revoliucijos technologijas. Pavyzdžiui, pirmosios dirbtinio intelekto pagrindu sukurtos parduotuvės atsirado būtent JAV – jas pristatė „Amazon“, kuri šiuo metu jau turi 25 sėkmingai veikiančias „išmanias“ parduotuves (Ives Cossick Adams, 2019). Pirmasis sertifikuotas namas “pastatytas” naudojant 3D spausdinimą taip pat buvo JAV, jį gaminęs startuolis teigia, kad nedidelis gyvenamasis pastatas gali būti pagamintas už mažiau nei 4000 JAV dolerių ir greičiau nei per 24 valandas!

Akivaizdu, kad ketvirtoji pramonės revoliucija jau apėmė nemažą dalį pasaulio. Kaip ir ankstesniųjų perversmų metu, pokyčiai intensyviausiai vyksta ekonomiškai stipriose vakarų valstybėse, kita vertus – intensyvi globalizacija turėtų lemti pramonės perversmą visose pasaulio šalyse. Šiai dienai, pažangių technologijų ir išmaniųjų prietaisų kaina dar pakankamai aukšta, tačiau tikėtina, kad palaipsniui didėjant gamybos apimtims, jų kaina pils ir pokyčiai plis vis greičiau ir plačiau. Taip pat akivaizdu, kad norėdami išlikti konkurencingi, verslai turi suspėti adaptuotis – kuo anksčiau pavyks pasitelkti naujas technologijas, padedančias optimizuoti verslo procesus, tuo aiškesnė bus tų verslų ateities perspektyva. Pavyzdžiui, nuo 2000 m. iš „Fortune 500“ sąrašo išnyko daugiau kaip 52 proc. organizacijų, nesugebėjusių prisitaikyti prie besikeičiančios aplinkos. Puikus pavyzdys galėtų būti vis dar puikiai žinoma fotoaparatus juostų gamintoja „Kodak“, kuri 2012 m. buvo priversta pateikti prašymą pradėti bankroto procedūras (Dunning, 2019). Lietuvos elektronikos gamintojai Panevėžio AB „Ekranas“ ar AB „Vilniaus vingis“ taip pat nutraukė veiklą, nepavykus prisitaikyti prie greitai besikeičiančios verslo aplinkos.

1.3 Situacija Lietuvoje

Lietuva taip pat stengiasi žengti koja kojon su pasauliu – *Pramonė 4.0* technologijos pamažu atkeliauja, atsiranda vis daugiau iniciatyvų, skatinančių pramonės modernizavimą. Dabar Lietuvoje 10-čiai tūkstančių darbuotojų tenka tik penki robotai, rodo Mokslo, inovacijų ir technologijų agentūros duomenys. Pasaulyje tokiam pačiam darbuotojų skaičiui tenka 17 kartų daugiau – net 85 robotai. Vienas iš robotizacijos Lietuvoje pavyzdžių gali būti savitarnos kasos. Pirmosios savitarnos kasos Lietuvoje buvo prekybos centro „Iki“ „Bitutės“ – jų diegimas prasidėjo dar 2008 metais. Šiuo metu daugiau nei 800 savitarnos kasų turintis prekybos tinklas „Maxima“ prognozuoja, kad iki 2021 m. pabaigos parduotuvėse, kuriose yra savitarnos galimybė, kas antras pirkėjas už prekes atsiskaitys savitarnos kasose. Nepaisant palyginti nedidelio robotizacijos lygio, susidomėjimas robotika šalyje puikiai juntamas – įvairiuose Lietuvos miestuose kuriasi robotikos užsiėmimus teikiančios įmonės – nuo 2013 m. didžiuose Lietuvos miestuose veikia “Robotikos

akademija” vaikams, Panevėžyje 2019 m. įkurtas didžiausias Lietuvoje robotikos centras „RoboLabas“. Robotų gamyba Lietuvoje jau prasidėjo – įmonės „Proftools“ ir „Factobotics“ gamina robotus, kurie gali būti taikomi įvairiose pramonės šakose: aptarnauti tekimo stakles, atlikti dažymo ir pakavimo darbus, montuoti sunkius vitrininius stiklus, lankstyti metalą bei palengvinti žmonių darbą sudėtingose sąlygose (pvz., kepyklose, prie įkaitusių krosnių išimant kepinus arba ledų gamybos įmonėse, supakuojant ir sudedant dėžes ant palečių esant -22 °C temperatūrai).

Technologijų bendrovė „Magma Solutions“, dirbanti su prekės ženklu „Pixevia“ 2019 metais Vilniuje, Didžiojoje gatvėje, įsteigė vieną pirmųjų parduotuvių Europoje, valdomų dirbtinio intelekto sistema. Ši inovatyvi parduotuvė yra „Amazon Go Grocery“ atitikmuo - joje nereikia grynųjų pinigų, nėra eilių ir kasų, o apsipirkimo trukmė – apie 20 sekundžių. Norėdamas apsipirkti, vartotojas turi susikurti paskyrą – programėlėje suvesti vardą, pavardę ir banko kortelės duomenis. Į parduotuvę atėjusiam pirkėjui tereikia nuskenuoti mobiliajame telefone esantį kodą, susirinkti prekes ir išeiti. Kuomet pirkėjas juda parduotuvės erdvėje, jį stebi 12 kamerų – visos jos fiksuoja žmogaus judėjimą, jo rankų pozicijas. Tokiu būdu galima įvertinti kokios prekės yra paimamos ir padedamos atgal.

Lietuvos mokslininkai prisideda prie 3D spausdinimo technologijų plėtojimo, kurdami naujos kartos 3D spausdintuvus bei inovatyvias spausdinimo medžiagas. Startuolis „AmeraLabs“ gamina stereolitografiniam 3D spausdinimui skirtą medžiagą – itin greitai sustingtančias, bekvapės skysto plastiko dervas. Jos iš rinkoje siūlomų analogų išsiskiria tuo, jog sustingsta itin greitai. Dėl produkcijos inovatyvumo ir šiuo metu nedidelės konkurencijos, apie 98 proc. „AmeraLabs“ gaminamos produkcijos yra eksportuojama į daugiau kaip 30 pasaulio šalių.

„Daiktų internetas” - Lietuvos verslui ir mokslininkams taip pat pažįstamas reiškinys. Didelio tarptautinio susidomėjimo sulaukė UAB „Ars Lab”, kartu su Kauno technologijos universitetu (KTU) sukurtas produktas „Foodsniffer” (elektroninė nosis), skirtas maisto produktų šviežumui įvertinti. Gendantys maisto produktai išskiria tam tikrus lakiuosius organinius junginius, kurių koncentraciją nustato įrenginyje esantys sensoriai. „Foodsniffer” įrenginys „susisiečia” su vartotojo mobiliuoju telefonu, tokiu būdu perduodamas užfiksuotą informaciją, kurios analizės rezultatas matomas atsidarius įrašytą mobiliąją programėlę (Rateni, Dario ir Cavallo, 2017). Patogi vartotojo sąsaja leidžia nesudėtingai patikrinti įvairius maisto produktus ir įvertinti jų tinkamumą vartoti – tokiu būdu eliminuojama apsinuodijimų rizika ir sumažinamas išmetamų maisto produktų skaičius. Šis 2015 m. pristatytas išradimas tapo itin populiariu pirkinium JAV bei vakarų Europos šalyse, o didieji pasaulinės buitinės technikos gamintojai siekia įsigyti „Foodsniffer” technologiją, norėdami integruoti ją į šaldytuvus.

Apibendrinant – *Pramonė 4.0* jau Lietuvoje. Ekonomikos ir inovacijų ministerija deda daug pastangų, siekdama plėtoti aukštąsias technologijas - Lietuvoje toliau plečiasi tokie mokslo žinioms imlūs sektoriai, kaip gyvybės mokslų, fotonikos, mašinų pramonės, mechatronikos, elektronikos, informacinių technologijų ir kiti. Ekonomikos ir inovacijų ministerija kartu su Europos Komisija, 2019 m. paskelbė Lietuvos pramonės skaitmeninimo iniciatyvą (vizija – „Skaitmeninė Lietuva 2030“). Siekiant ją įgyvendinti, bus stengiamasi ugdyti skaitmenines darbuotojų kompetencijas ir įgūdžius, kurie padėtų įmonėms kurti, pritaikyti ir įgyvendinti skaitmeninius sprendimus, taip pat, skaitmeninėms technologijoms kurti ir diegti bus taikomos mokestinės lengvatos. Pasinaudojusios skaitmeninimo teikiamomis galimybėmis, Lietuvos įmonės galėtų padidinti produktyvumą, gamybos vertę ir plėstis tarptautinėse rinkose (Lietuvos pramonės skaitmeninimo kelrodis 2019-2030).

2. PRAMONĖ 4.0 BIOMEDICINOJE

2.1 Biomedicinos samprata

Biomedicina - tai mokslų sritis, apimanti biologijos mokslus, nagrinėjančius gyvąsias sistemas, bei medicinos mokslus (taip pat vadinama “vakarų medicina” arba “šiuolaikine medicina”).

Biomedicinai priskiriama daugelis specialybių sričių, kuriose paprastai yra priešdėlis „bio-“, pavyzdžiui, molekulinė biologija, biochemija, biotechnologijos, ląstelių biologija, embriologija, nanobiotechnologijos, bioinžinerija, medicinos biologija, bioinformatika, biostatistika, sistemų biologija, mikrobiologija, neuromokslas, virusologija, imunologija, parazitologija, fiziologija, patologija, anatomija, toksikologija, citogenetika, genetika, genų terapija ir daugelis kitų, su gyvybės mokslais susijusių sričių.

Biomediciną galima laikyti šiuolaikinės sveikatos priežiūros ir laboratorinės diagnostikos pamatu, kuris apėmia platų mokslinių ir technologinių požiūrių spektrą: nuo *in vitro* diagnostikos iki *in vitro* dirbtinio apvaisinimo, nuo paveldimų ligų molekulinio mechanizmo supratimo iki užkrečiamų ligų sukelėjų populiacijų dinamikos išsiaiškinimo, nuo konkrečios molekulinės struktūros nustatymo iki kancerogenezės (onkologinių susirgimų atsiradimo proceso) tyrimų.

Socialinių mokslų kontekste, biomedicina apibūdinama kiek kitaip. Vertinant antropologiškai, biomedicina apima ne tik biologiją ir mokslą, ji taip pat apibūdina tikrovę reprezentuojančią socialinę ir kultūrinę sistemą. Nors tradiciškai manoma, kad biomedicina neturi šališkumo dėl moksliniais tyrimais (t.y. įrodymais) pagrįstos praktikos, Gaines ir Davis-Floyd (2004) pabrėžia, kad biomedicina vistiek priklauso ir nuo kultūrinio pagrindo – ji atspindi savo kūrėjų normas ir vertybes.

1 lentelė

Pagrindinės biomedicinos paslaugos ir produktai

Paslaugos	Produktai
• Moksliniai tyrimai (vakcinų, vaistų kūrimas ir pan.) • Diagnostiniai tyrimai: 1) Laboratoriniai (hematologiniai, bendraklininiai, biocheminiai, imunofermentiniai, alergenų, mikrobiologiniai, molekuliniai, citologiniai, histologiniai, infekcinių žymenų) 2) Radiologiniai 3) Funkcinės diagnostikos (klausos, širdies, kraujagyslių sistemų ir pan.) 4) Instrumentiniai (endoskopiniai, echoskopiniai ir pan.) • Audinių banko paslaugos • Būtinoji pagalba (esant ūmioms klinikinėms būklėms) • Gydymas (psichinės, fizinės sveikatos) • Slauga • Reabilitacija	• Maisto produktai ir papildai • Medicinos priemonės (inhaliatoriai, širdies stimulatoriai, kateteriai ir pan.) • Medicininė įranga (rentgeno aparatai, dirbtinio kvėpavimo aparatai, operaciniai stalai ir pan.) • Diagnostinė įranga ir priemonės (mikroskopai, chromatografai, testavimo rinkiniai ir kt.) • Vaistai • Kiti farmaciniai produktai (pvz.: skiepai)

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis apžvelgta literatūra.

2.2 Genetikos mokslų pažanga biomedicinoje

2.2.1 Genų inžinerija

Unikalios deoksiribonukleorūgšties (DNR) molekulių sekos yra vadinamos genais, pagal kuriuos gyvose ląstelėse sintetinami įvairūs baltymai. Kiekvienas baltymas, besiskirdamas savo struktūra, atlieka tam tikrą, organizmo gyvybiniam procesams būtiną funkciją. Sutrikus tam tikro baltymo gamybai, gyvybiniai procesai taip pat sutrinka – pavyzdžiui nepakankama insulino gamyba lemia gliukozės koncentracijos kraujyje reguliavimo sutrikimą, vadinamą diabetu. Pasak pasaulio sveikatos organizacijos, genų mutacijos (išsikraipiusios, netikslios DNR molekulių sekos) sukelia daugiau nei 10 tūkstančių ligų, kuriomis serga žmonės. Teoriškai, šios ligos gali būti gydomos dvejopai – 1) skiriant biologinius vaistus (baltymą, identišką žmogaus sintetinamui, tačiau pagamintą pramoniniu būdu, pasitelkus mikrobines arba žinduolines ląsteles), 2) keičiant žmogaus genomą (t.y. “sutvarkant” DNR molekulių seką taip, kad trūkstamas baltymas būtų sintetinamas žmogaus organizme). Pirmasis variantas yra sėkmingai taikomas tam tikrų ligų gydyme, tačiau perkelti žmogaus baltymo gamybą į mikrobines ląsteles arba pavienes žinduolinių ląstelių kultūras – labai ilgas, sudėtingas ir brangus procesas, todėl ne visoms genetinių mutacijų nulemtoms ligoms yra sukurtas reikalingas biologinis vaistas. Svarstant apie biologinę terapiją kyla klausimas - ar tokių vaistų skyrimą galima vadinti gydymu? Išoriškai gaunamas reikalingas baltymas tiesiog padeda palaikyti organizmo funkcijų reguliavimą, tačiau pats organizmas nesveiksta – t.y. ligos priežastis nepanaikinama. Tuo tarpu, antrasis gydymo būdas padėtų žmogui pasveikti – atkurta išsikraipiusi genų seka lemtų reikalingo baltymo sintezę pačiame žmogaus organizme, jis nebūtų priklausomas nuo pastoviai vartoti būtinų vaistų (šis gydymo būdas plačiau aprašytas poskyryje 2.2.4 “Regeneracinė medicina”).

Lietuva gali didžiulioti viena reikšmingiausių ir sėkmingiausių pastarojo dešimtmečio inovacijų pasaulyje – DNR “žirklių” arba “CRISPR-Cas9” technologija, kurią 2018 m. su komanda atrado prof. Virginijus Šikšnys. Ši inovacija leidžia į DNR molekulę įterpti naujus genus arba ištaisyti joje esančias klaidas, taigi, gali būti naudinga gydant paveldimas ligas, tobulinant organų transplantacijos procesus, kuriant tobulesnes augalų rūšis ir pan. Tikimasi, kad ateityje ši technologija leis išgydyti pačias sudėtingiausias ligas, tarp jų ir žmogaus imunodeficito viruso (ŽIV) sukeliamą AIDS, Dauno sindromą, paveldimas širdies ydas. Be to, technologija jau pradedama taikyti žemės ūkyje – planuojama kurti augalų veisles, kurios būtų atsparios sausrui ar kitoms nepalankioms dirvos sąlygoms (Lietuvos mokslo ryšių biuras, 2018).

2.2.2 Skirtingų rūšių gyvūnų hibridai

Kas dešimt minučių į Nacionalinį organų transplantacijos laukiančiųjų sąrašą įrašomas žmogus, 22 žmonės iš to sąrašo kasdien miršta, taip ir nesulaukę reikiamo organo. O jeigu, užuot

pasiklovę donorų dosnumu, galėtume reikiamą organą užsiauginti gyvūne? Pirmieji sėkmingi žmogaus ir gyvūno hibridai jau sukurti – žmogaus ląstelės gali būti perkeltos į kitos rūšies gyvūno organizmą, jame augti ir dalintis (Hryhorowicz ir kiti, 2017). Šis biomedicinos pasiekimas – daugybės mokslininkų, siekusių veikti kritišką donorų organų trūkumą, svajonės išsipildymas. Besivystant genų inžinerijos metodams, ksenotransplantacija - gyvūnų organų transplantavimas žmonėms tampa realia alternatyva tradiciniam (iš žmogaus – žmogui) organų persodinimui. Nors šis naujas gydymo būdas vis dar pakankamai rizikingas dėl didžiulės persodintų organų atmetimo rizikos, tinkamai parinkti genomo modifikavimo metodai netolimoje ateityje turėtų panaikinti imuninį barjerą tarp rūšių (Hryhorowicz ir kiti, 2017). Kita vertus, ksenotransplantacijai tapus realybe, atsirastų dar daugiau etinių dilemų – ar dera „pasinaudoti“ kitos rūšies gyvybe, siekiant išsaugoti savos rūšies individo sveikatą?

2.2.3 Genų terapija

Ląstelės genetinės informacijos pakeitimas gydymo tikslais vadinamas genų terapija. Pirmą kartą genų terapija paminėta dar 1972 metais dviejų mokslininkų Theodore'o Friedmanno ir Richardo Roblino straipsnyje „Science“ žurnale. Taikant genų terapiją, ligai gydyti panaudojamos DNR grandinės dalys, kurios, patekusios į ląsteles, pakeičia ar patobulina jose esančius genus – tarsi iš naujo „suprogramuoja“ organizmo ląsteles. Vienu atveju, ligą sukeliantys mutavę genai pakeičiami sveikais, kitu atveju, patobulinti genai skatina ląsteles gaminti gydomąjį poveikį turinčius baltymus, kurie padeda gydyti ligą. Svarbus genų terapijos aspektas yra specifiskas, saugus ir efektyvus genų įterpimas į reikiamas organizmo ląsteles. Tam kuriami vektoriai (dažniausiai virusiniai), kuriuose, pašalinus ligą sukeliantį komponentą, įterpiamas rekombinantinis genas. Tokiu būdu sukuriama „genetiniai vaistai“, kuriais modeliuojamas norimas efektas. Europos medicinos agentūra (EMA) rekomenduoja aprobuoti genų terapiją lipoproteino lipazės deficitui (LPLD) gydyti. EMA žmonėms skirtų vaistinių preparatų komitetas (toliau CHMP) siekia patvirtinti medikamentą Glybera (alipogeno tiparvoveką) – siauram ratui pacientų, kuriems diagnozuotas LPLD, gydyti „ypatingais atvejais“. LPLD yra reta paveldima liga, kuri pasireiškia sunkiomis ir pasikartojančiomis pankreatito atakomis. Jos priežastis yra geno, atsakingo už fermento – lipoproteino lipazės (LPL) – funkciją, alteracija (pakitimas). Fermentas LPL atlieka esminę funkciją skaidant ir įsisavinant egzogeninius (gaunamus su maistu) riebalus. Esant geno defektui, išsivysto nuolatinis fermento LPL trūkumas, dėl ko riebalai netransportuojami į kepenis, riebalinį, širdies ir skeleto raumenis, ir jų kiekis kraujyje dramatiškai padidėja. Preparato Glybera pagalba, į organizmą įvedamas normalus LPL genas, kuris užtikrina įprastą fermento LPL funkcionavimą. Apibendrinant, galima teigti, kad genų terapija, nors ir sėkmingai taikoma jau šiandien, susiduria su kelias svarbiais trūkumais: didžiule rizika sukelti

gynybinę imuninės sistemos reakciją naudojant virusinius vektorius bei DNR įterpimo klaidomis (kai DNR grandinėle įterpiama netiksliai, sukeltant kitų genų pažeidimus – alteracijas).

2.2.4 Regeneracinė medicina (angl. „Regenerative Medicine“)

Tradiciniai gydymo būdai vis labiau nesugeba prisitaikyti prie pacientų poreikių, ypač senėjančiose populiacijose. Yra nedaug veiksmingų būdų norint pašalinti pagrindines daugelio ligų, traumų ar įgimtų defektų priežastis - daugeliu atvejų gydytojai gali tik slopinti paciento simptomus tam tikrų preparatų ar prietaisų pagalba, tačiau regeneracinė medicina atveria galimybes visiškai išgydyti pažeistus audinius ir organus. Ši biomedicinos sritis keičia požiūrį į sveikatos priežiūrą – šiandien „nepagydomų“ statusą turinčios ligos netolimoje ateityje gali tapti visiškai išgydomos. Regeneracinė medicina apima terapinių kamieninių ląstelių auginimą ir pritaikymą audinių ir dirbtinių organų inžinerijoje – tabletes po truputį ima keisti gyvos organizmo ląstelės. Dėl savo gebėjimo diferencijuotis (specializuotis) į skirtingus ląstelių tipus, kamieninės ląstelės gali būti naudojamos atkurti pažeistas bet kurio audinio (epitelinio, jungiamojo, nervinio, raumeninio) ląsteles. Sparčiai besivystanti regeneracinė medicina turi didžiulį potencialą ir plačias pritaikymo galimybes (žiūrėti 2 lentelę).

2 lentelė

Regeneracinės medicinos pritaikymas skirtingose biomedicinos srityse

Neurologija
Ilgą laiką buvo manoma, kad centrinės nervų sistemos atstatymas, buvęs neįmanoma užduotimi praeityje, nebus įmanomas ir ateityje. Tačiau yra akivaizdžių klinikinių įrodymų, kad pažeisti dopaminerginiai (dopaminą sintetinantys ir išskiriantys) neuronai gali būti pakeisti sveikais transplantuojant diferencijuotas kamienines ląsteles (Harris, Burrell, Struzyna ir kiti, 2020). Šitoks gydymo būdas būtų efektyvi priemonė atstatyti sergančiųjų Parkinsono liga sveikatą, tačiau neuronų transplantavimas žmonėms dar nėra atliekamas.
Dermatologija
Jau yra atliktų tyrimų genetiškai koreguojant disfunkcines epidermio ląsteles ir jas transplantuojant genetinėmis odos ligomis sergantiems pacientams. Toks eksperimentinis gydymas pasitvirtino kaip efektyvus metodas gydyti sergančiuosius pūslinėmis epidermolizėmis (Stevens, Cowin ir Kopecki, 2019).
Kardiologija
Nors raumenų ląstelės geba atsinaujinti pačios, širdies raumens pažeidimai beveik visais atvejais yra negrįžtami. Šiai dienai, kamieninių ląstelių terapija yra sėkmingai taikoma iškart po miokardo infarkto, mėginant stabdyti išeminės kardiomiopatijos progresą (Lee ir Walsh, 2016).
Ortopedija
Kelio sąnario kremzlės sužeidimai yra dažni ir gali būti sunkūs – manoma, kad iki 2030 m. osteoartritas paveiks daugiau nei 25% suaugusiųjų (Zamborsky, Kilian, Csobonyei ir kiti, 2018). Kremzlinis audinys pats neatsinaujina ir negyja, todėl osteoartritas iki šiol yra gydomas tik skausmo malšinimu, arba kelio sąnario keitimu. Regeneracinės medicinos potencialas galėtų būti panaudotas pažeistoms kremzlėms atstatyti, tačiau toks gydymo būdas kol kas nėra taikomas.

Organų transplantacija

Organų transplantacija turbūt vienas iš didžiausių biomedicinos laimėjimų – pavyzdžiui, inkstų transplantacija yra vienintelė išeitis sergantiems didelio laipsnio inkstų nepakankamumu. Kadangi persodinimui tinkamų organų trūkumas yra didžiulis iššūkis, regeneracinė medicina teikia vilties – pažeisti organai gali būti gydomi taikant kamieninių ląstelių terapiją arba kamieninės ląstelės gali būti pasitelktos auginant sveikus organus ir paruošiant juos transplantacijai (Heidary Rouchi ir Mahdavi-Mazdeh, 2015).

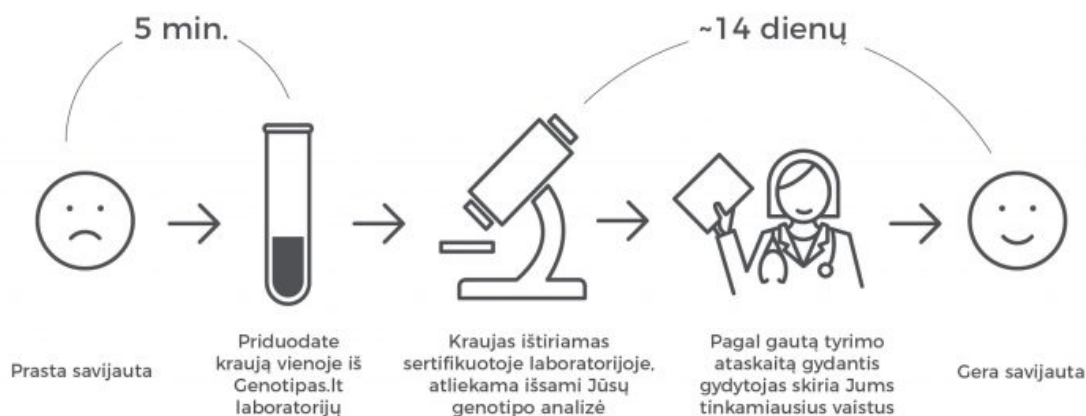
Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis apžvelgta literatūra.

2.2.5 Tikslioji, individualizuota medicina (angl. „*Precision Medicine*“)

Įprastai, konkrečia liga sergantys pacientai yra gydomi tais pačiais vaistais, tačiau dažnai pasitaiko, kad tie patys vaistai vieniems pacientams padeda, o kitiems – ne. Nauji diagnostiniai tyrimai (pvz. skystoji biopsija) padeda paciento audiniuose nustatyti specifinius genetinius pokyčius ar biologinius žymenis, kurie leidžia suprasti ligos priežastis molekulinio lygiu. Mokslininkai pradėjo geriau suprasti ligų kilmę, išmoko tiksliau apibūdinti ir diagnozuoti ligas, remdamiesi molekulinio lygio pakitimais. Pavyzdžiui, vėžys nėra vienalytė liga - jis atsiranda dėl daugybės genetinių mutacijų. Šiuo metu žinoma 250–300 vėžio tipų ir potipių. Taigi, dabar iš esmės pasikeitė ir gydymo parinkimas - gydytojai gali nustatyti ligą skatinančius veiksnius ir geriau prognozuoti, kaip kiekvienas pacientas reaguos į skiriamą gydymą. Moderniais diagnostiniais tyrimais ir priemonėmis galima aptikti specifinius genetinius pokyčius ar kitus sutrikimus ir pradėti juos gydyti.

Mūsų supratimas apie medicinos problemas palaipsniui gerėja - pradedame ieškoti atsakymų į tai, kokie veiksniai skatina skirtingų ligų atsiradimą. Milijonų pacientų kasdienio gydymo patirtis dokumentuojama, archyvuojama, siekiama surinktus duomenis panaudoti gydymo metodų tobulinimui. Tikėtina, kad tobulėjant skaitmeninėms technologijoms, galėsime vis tiksliau pritaikyti medikamentinį gydymą kiekvieno paciento ar atskirų jų grupių poreikiams. Siekiant geriau suprasti „kur prasideda ligos“ ir kokiais kasdieniais simptomais jos pasireiškia, bus analizuojama vis daugiau sukaupotos informacijos. Be to, tobulinant molekulinis ir kitus naujus diagnostinius metodus, visi šie duomenys iš esmės pakeis vaistų kūrimo, registravimo ir kompensavimo procesus bei gydytojų sprendimų apie ligų gydymą priėmimą.

Šiuo metu Lietuvoje genetinius molekulinis tyrimus atlieka įmonė UAB „Genotipas“. Pagal šių tyrimų rezultatus, pacientams gali būti parenkamas individualizuotas gydymas – t.y. konkrečiam pacientui pagal jo fenotipą parenkamos labiausiai tinkančios vaistinės veikliosios medžiagos, nustatomas efektyviausias jų dozavimas bei įvertinama tarpusavio sąveika su kitais paciento vartojamais vaistais (tyrimo atlikimo eiga pavaizduota 2 paveiksle).



2 paveikslas – UAB „Genotipas“ atliekamas farmakogenetinis vaistų toleravimo tyrimas (iš www.genotipas.lt)

2.3 Nanotechnologijos biomedicinoje

Nanotechnologijos apima daugybę naujų technologijų, susijusių su struktūromis, kurių matmenys mažesni nei 100 nanometrų (10^{-9} metro). Šios mažos struktūros pasižymi naujomis, žymiai pažangesnėmis fizikinėmis, cheminėmis ir biologinėmis savybėmis. Nuo 2005 metų, į pasaulinę rinką buvo įvesta daugiau nei 1700 plataus vartojimo produktų, kurių sudėtyje yra nanodalelių. Pavyzdžiui, titano dioksido nanodalelės yra plačiai naudojamos maiste (ypač kramtomosiose gumose ir saldainiuose), maisto papilduose bei asmens priežiūros produktuose (ypač kremuose nuo saulės ir dantų pastose), sudarant net iki 10% viso jų svorio. Šiomis technologijomis galima sumaniai pasinaudoti ir biomedicinoje – jų panaudojimo būdai pateikti 3 lentelėje.

3 lentelė

Nanotechnologijų taikymas biomedicinoje

Polimerinės micelės	Aukso nanodalelės	Deimanto nanodalelės	DNR origami
Micelės yra molekulių grupės, kurios vandenyje suformuoja sferas. Polimerinės micelės jau kurį laiką naudojamos makiažo valiklių gamyboje, tačiau jas taip pat galima naudoti vaistinių medžiagų gabenimui organizme (Zhou ir kiti, 2018).	Šiuo metu tiriamos šviesai jautrios aukso nanodalelės, skirtos naudoti onkologinių susirgimų bei akių ligos - geltonosios dėmės degeneracijos gydymo procesuose (Masse ir kiti, 2018).	Anglies nanodalelės, kurios buvo atrastos kaip šalutinis sprogmėnų detonavimo produktas, gali būti pasitelktos vaistinių medžiagų gabenimui, implantų dengimui ir medžiagų sintetinimui organizmo viduje (Kaur, Gill ir Jeet, 2018).	DNR struktūros, sulankstytos nano lygyje, gali būti pritaikytos vaistinių medžiagų gabenimui ir netgi nano robotikoje (Endo ir Sugiyama, 2018).

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis apžvelgta literatūra.

2013 m. Lietuvoje įkurta įmonė „Ferentis“ kuria inovatyvias technologijas ir medžiagas, skirtas pažeistų audinių atstatymui. Vilniuje suburtas mokslinių tyrimų padalinys sintetinių baltymų kūrimo technologijas integruoja su nanotechnologijomis tam, kad ateityje išstobulintus

procesus, būtų galima atauginti žmogaus odą nepaliekant randų, atkurti akies rageną, vidaus organus ir netgi nervinį audinį. Įmonės sukurta inovacija prisideda ir prie gyvūnų gerovės – įmonės specialistų kuriamos biosintetinės medžiagos eksperimentuose keičia gyvūnų audinius – plačiai naudotus iki šiol (Lietuvos amžiaus inovacijos, 2017).

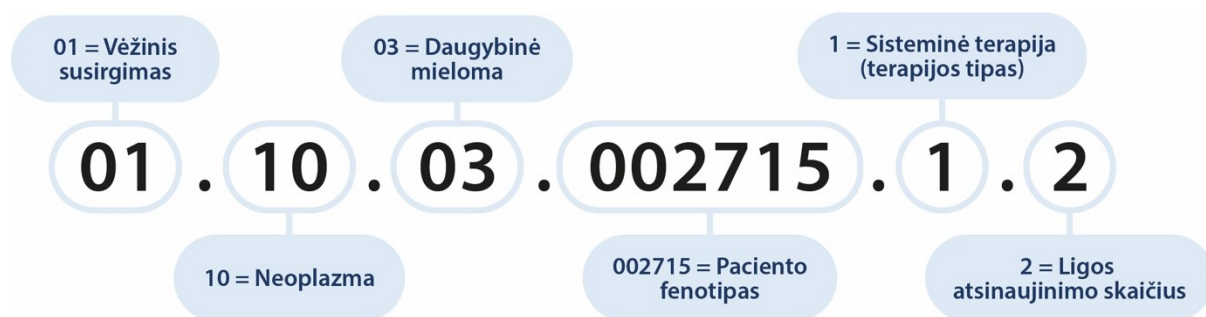
UAB „Garlita“ – 1970 m. Garliavoje įkurta įmonė, pirmoji Europoje trikotažo aprangos gamybos procese pritaikiusi žaliavas su nanotechnologijomis. Unikalių nanotechnologijų savybės lemia drabužių atsparumą pjūviams, prakaitui, bakterijoms ir gybeliui, temperatūros svyravimams, ugniai, ultravioletiniams spinduliams ir kt. Pasitelkiami inovatyvūs sprendimai turi reikšmės ir biomedicinos srityje – vitaminu E arba anticeliulitiniu geliu prisotinti drabužiai gali būti naudojami sveikatos problemų prevencijai arba šalinimui. Išmanios lietuviškos tekstilės produktų gamintoja, bendradarbiaudama su KTU, pasitelkia inovacijas, siekdama pagerinti žmonių sveikatą, darbingumą ir žvalumą (Lietuvos amžiaus inovacijos, 2017).

2.4 “Didieji duomenys” biomedicinoje

Didžiulės apimties duomenys, surinkti iš medicinos priežiūros įstaigų ir kitų šaltinių turi didžiulį potencialą medicininių sprendimų priėmimo. Šiandien duomenų šaltinių yra išties labai daug: tradiciniai elektroniniai medicininiai įrašai, diagnostinių tyrimų rezultatai (pavyzdžiui, aukščiau aprašyta genotipo analizė), “nešiojamų” įtaisų parodymai, naršymo internete istorija, socialinių tinklų įrašai, atsiskaitymų už prekes ar paslaugas istorija ir kt. – yra informacijos šaltiniai, kuriuos analizuojant galima atlikti spėjimus apie paciento sveikatos būklę.

Tokių duomenų pasitelkimas gali prisidėti prie medicinos įstaigų veiklos optimizavimo ir sumažinti medicinines išlaidas (parenkant optimaliausią gydymo metodą pagal konkretaus paciento sveikatos būklę). Sveikatos priežiūros kaina JAV sudaro net 18% bendrojo vidaus produkto (BVP), o trečdalis išleidžiamos sumos kasmet yra neefektyviai panaudojama. Tikėtina, kad senėjanti visuomenė ir didžiulė naujų modernių vaistų ir gydymo metodų kaina gali pareikalauti dar didesnių išlaidų, skirtų sveikatos priežiūrai, todėl, duomenų analizės metodai galėtų būti „įdarbinti“ siekiant efektyviau kontroliuoti sveikatos priežiūros išlaidas. Pavyzdžiui, John Theurer vėžio centras sukūrė skaitmeninę technologiją - „COTA Nodal Address (CNA)“ kodą, skirtą klinikinių rekomendacijų teikimui. Konkretiam pacientui sugeneruojamas unikalus skaitmeninis kodas, leidžiantis rinkti medicinę informaciją viso gydymo metu iki pat pasveikimo arba mirties – kadangi ši informacija yra susieta su atsitiktiniu kodu, o ne su konkrečiu žmogumi, ji gali būti renkama ir saugojama netaikant duomenų apsaugos reikalavimų (4 paveiksle pavaizduotas generuojamo kodo pavyzdys). „CNA“ duomenų klasifikatorius taip pat fiksuoja informaciją apie paciento gretutinius susirgimus, vartojamų vaistų dozę, atsaką į paskirtą gydymą, remisijos laikotarpį, gyvenimo trukmę bei patirtas gydymo išlaidas. Visi šie duomenys suteikia

galimybę palyginti skirtingus gydymo modelius ir jų efektyvumą – paaiškėjo, kad pacientų, priskiriamų tam pačiam ligos pogrupiui, gydymo išlaidos gana smarkiai skiriasi ir nepriklauso nuo gydymo efektyvumo (Goldberg, Paramanathan ir Khoury, 2019).



3 paveikslas – Konkretaus paciento „CNA“ kodas (sudaryta darbo autorės pagal cotahealthcare.com)

2.5 Dirbtinis intelektas biomedicinoje

Diagnostika yra viena iš pagrindinių sričių biomedicinoje, kur šiandien pasitelkiamos *DI* galimybės. Klaidingas diagnozavimas yra gana dažna problema – nustatyta, kad JAV netikslios diagnozės sulaukia 1 iš 20 suaugusių pacientų, o pusė diagnozavimo klaidų yra kritinės - t.y. susijusios su staigiu paciento būklės pablogėjimu arba mirtimi (Singh, Meyer ir Thomas, 2014). Ligų diagnozavimas iš vaizdinės medžiagos (rentgeno, kompiuterinės tomografijos nuotraukų ir kt.) gali būti supaprastintas pritaikius dirbtinį intelektą. JAV ir Kinijos mokslininkų grupės sukurta, *DI* pagrįsta sistema vaikų ligų diagnostikai iš medicininių vaizdų jau pasiteisino kaip itin tikslus diagnostinis įrankis (Liang, Tsui ir Ni, 2019).

Dirbtinis intelektas pasitelkiamas ir Lietuvos biomedicinoje – VšĮ Vilniaus universiteto ligoninės Santariškių klinikų valstybinis patologijos centras jau nuo 2009 metų diegia ir tobulina automatinio skaitmeninių vaizdų apdorojimo ir analizės galimybes. Gydymo įstaigose pacientams atliekamos biopsijos – chirurginiu būdu paimamas audinio mėginys, kuris vėliau siunčiamas į patologijos centro laboratorijas mikroskopiniam pakitimų įvertinimui. Šis tyrimas parodo, ar analizuojamas audinys yra “normalus”, ar patologiškas (pakitęs). Nustačius patologiją, įvertinamas susirgimo tipas ir požymiai, kurie leidžia numatyti tolesnę ligos eigą ir parinkti ligoniui tinkamiausią gydymą. Virtualios mikroskopijos įranga leidžia aukšta skiriamąja geba skenuoti mikroskopinius preparatus, o skaitmeninė nuskenuoto vaizdo analizė atveria galimybes kiekybiškai nustatyti biologinių žymenų raišką ligos pažeistuose audiniuose. Tokiu būdu, *DI* gali apdoroti ir įvertinti gydytojo patologo akiai nematomą informaciją, atverdamas galimybes individualizuotai navikų ir kitų ligų terapijai. Lietuvoje sukurtas ir vystomas skaitmeninės patologijos metodas, dirbtinio intelekto pagalba padedantis tiksliau prognozuoti vėžinių susirgimų

eigą, 2020 m. „LRT metų apdovanojimuose” buvo pakelbtas nugalėtoju „Metų atradimo” kategorijoje (LRT Metų apdovanojimai, 2021).

Kitas pavyzdys – 2017 m. įkurtas startuolis „Oxipit”, kuriantis dirbtinio intelekto sprendimus radiologijai. Lietuvos medikų ir IT specialistų komanda, ieškodama sprendimų kaip palengvinti gydytojų radiologų darbą bei užtikrinti ligoniams būtiną pagalbą, pasitelkė dirbtinį intelektą. Juo remiantis buvo sukurtas medicininių vaizdų apdorojimo įrankių rinkinys „Chesteye”, automatiškai generuojantis krūtinės ląstos rentgenogramų radiologinius aprašus. Programa krūtinės ląstos rentgeno nuotraukose automatiškai gali aptikti 75 radiologinius požymius – maždaug tiek pat, kiek ir gydytojas radiologas. Inovatyvaus sprendimo kūrėjų atliktų tyrimų duomenimis, sistema padidina gydytojo radiologo produktyvumą daugiau nei 40 procentų bei sumažina žmogiškosios klaidos tikimybę. Šis startuolis taip pat geba prisidėti prie milžiniškų pacientų srautų ligoninėse valdymo - sistema automatiškai sukuria rentgenogramų eilę pagal potencialų diagnozės pavojų paciento sveikatai, kas leidžia radiologui pirmiausia nagrinėti pacientų, kuriems reikalinga skubi pagalba, radiogramas. „Oxipit” inovatyvūs sprendimai pelnė ne vieną apdovanojimą bei įvertinimą Lietuvoje ir tarptautiniu mastu, o 2019 m. pritraukė 1,5 mln. eurų investicijas (Degutis, 2019).

Dar vienas biomedicinos startuolis - 2018 m. įkurta „Biomatter Designs“, dirbtinio intelekto pagalba kurianti fermentus, skirtus gydymui ir moksliniams tyrimams. Įmonė siekia sudėtingą ir daug išteklių reikalaujantį baltymų inžinerijos procesą padaryti efektyvesniu - dirbtinio intelekto galimybės pasitelkiamos milžiniškam duomenų kiekiui apie baltymus analizuoti. Išanalizuoti duomenys leidžia suprojektuoti tikslią reikiamo baltymo struktūrą – tokiu būdu sukuriamos naujos baltymų molekulės (Tucker, 2021).

Dėl savo sugebėjimo analizuoti didelius informacijos kiekius, *DI* taip pat siūlo verslo procesų, susijusių su sveikatos priežiūra, tobulinimo galimybes – medicininių įrašų organizavimą ir tvarkymą, kaštų mažinimo sprendimus bei neefektyviai vykstančių procesų identifikavimą. Dirbtinis intelektas, išanalizavęs paciento medicininius duomenis, gali pateikti daug smulkių pastebėjimų, kurie galėtų palengvinti sudėtingų sprendimų priėmimą gydytojams. Kita vertus, mašinų priimamais sprendimais kolkas akiai pasitikėti negalime – pasitaiko klaidingų išanalizuotos informacijos interpretavimų, kurie, biomedicinos kontekste, gali turėti tragiškų pasekmių. Puikus pavyzdys galėtų būti Microsoft Research mokslininko Dr. Rich Caruana (2018) sukurtas algoritmas, galintis nuspėti plaučių uždegimu užsikrėtusio žmogaus ligos eigą pagal kitus, su sveikata susijusius, rodiklius. Šis, itin tikslus, skaičiavimo algoritmas identifikavo, kad astma sergantys pacientai yra mažiau linkę mirti nuo plaučių uždegimo (t.y. astma pacientus apsaugo nuo plaučių uždegimo sukeltos mirties). Vėliau, atlikus išsamią skaičiavimų analizę paaiškėjo, kad mašininio mokymosi algoritmas nesugeba įvertinti platesnio reiškinių konteksto.

Astma sergantys pacientai nuo plaučių uždegimo miršta rečiau todėl, kad medicinos darbuotojai atidžiau seka tokius pacientus, skiria jiems griežtesnį gydymą, dažniau atlieka sveikatos būklės kontrolę ir t.t. Todėl, statistiškai vertinant, sergančiųjų astma išgyvenamumo rodikliai susirgus plaučių uždegimu yra aukštesni, kita vertus, išvada, kad astma padeda įveikti susirgimą plaučių uždegimu yra visiškai klaidinga. Akla pasitikinti tokio mašininio mokymosi būdu padarytomis išvadomis, gali būti priimami pavojingi sprendimai, galintys lemti ženklių sveikatos sutrikdymą. Norint to išvengti ir sėkmingai išnaudoti dirbtinio intelekto atveriamas perspektyvias galimybes biomedicinoje, labai svarbu užtikrinti tikslią turimų duomenų analizę ir surinktos informacijos apsaugą. Nemažiau svarbus dalykas - personalizuotų medicininių ir asmeninių duomenų nuasmeninimas – siekiant išvengti etinių problemų, didelis dėmesys turėtų būti kreipiamas į pacientų privatumo teisės išsaugojimą. Kauno mokslo ir technologijų parke įsikūrusi medicinos technologijų kompanija „Softneta“, vystanti inovatyvią programinę įrangą „MedDream“ (skirtą medicininių vaizdų peržiūrai) yra sukūrusi ir medicininių vaizdų anonimizavimo (nuasmeninimo), peržiūros ir dalinimosi portalą dicomlibrary.com. Jis yra nemokamas ir plačiai naudojamas visame pasaulyje (Dirbtinis intelektas išspręs pandemijos keliamas problemas? 2020).

2.6 Robotika biomedicinoje

Užprogramuotos mašinos – robotai jau daug metų naudojami, siekiant pagerinti chirurginių procedūrų tikslumą. Pavyzdžiui, chirurginė sistema „Da Vinci“, kontroliuojama nuotoliniu būdu, yra skirta įvairioms operacijoms atlikti (prostatos šalinimui, širdies vožtuvų atstatymui ir ginekologinėms procedūroms) su minimalia invazija. 2019-2020 metais pasauliniu mastu buvo įdiegti 4986 vienetai „Da Vinci“ chirurginių robotų: 2770 vnt. - JAV, 719 vnt. - Europoje, 561 vnt. - Azijoje ir 221 vnt. likusiame pasaulyje. Šių robotų dėka, jau daugiau nei 3 milijonams pacientų sėkmingai atliktos minimaliai invazinės chirurginės procedūros (Dobbs, Halgrimson, Talamini ir kiti, 2020).

Robotų pasitelkimas tampa patrauklia alternatyva siekiant užtikrinti vyresnio amžiaus žmonių slaugą ir globą. Šiandieniniai robotai dar nėra pakankamai išvystyti, kad galėtų pakeisti žmogiškąjį santykį su slaugytoju, tačiau jie gali palengvinti slaugos darbuotojų darbą atlikdami tam tikras, didesnės fizinės jėgos reikalaujančias užduotis, pavyzdžiui, pirminių transportavimą, įvairius buitines darbus ar judėjimo negalią turinčių pacientų perkėlimą.

Galbūt ateityje mus gydys robotai? Gydytojai praleidžia ilgus metus mokydami apie žmogaus kūną ir daugybę jam gresiančių ligų. Kadangi medicinos progresas vyksta labai sparčiai, jie taip pat turi sekti ir medicinos plėtrą - analizuoti naujausius mokslinius tyrimus bei jų rezultatus. Kinijos tyrėjai parodė, kaip robotas sugeba pasinaudoti medicininės informacijos gausybe. Bandymo metu, robotas („iFlyTek Smart Doctor Assistant“), perėmęs informaciją iš

kelių dešimčių medicininių vadovėlių, 2 milijonų medicininių įrašų ir 400 000 straipsnių, išlaikė medicinos licencijos egzamino testą daug greičiau ir tiksliau už tą patį egzaminą laikiusius medicinos studentus (Si ir Yu, 2017).

2.7 3D spausdinimas biomedicinoje

2009 metais nustojo galioti 3D spausdinimo, kitaip vadinamo pridėtine gamyba, patentas. Todėl, ši technologija pradėta taikyti vis plačiau, neaplenkiant ir biomedicinos. 3D spausdinimas pradėtas naudoti individualizuotai pagalbinių medicinos prietaisų, protezų, retencinių dantų tiesinimo aparatų gamybai ir netgi audinių bei organų gamybai. Biospausdinimas jau buvo pasitelktas gaminant kelio sąnario meniską, širdies vožtuvą, stuburo diską, kremzlinį audinį bei dirbtinę ausį ir kepenis (Ventola, 2014).

Tobulėjanti pridėtinės gamybos technologija, atveria galimybes individualizuotų vaistų gamybai. Unikalių formos, dydžio ir dozės medikamentai gali būti gaminami siekiant patenkinti išskirtinius vartotojų poreikius: labai mažą aktyviosios medžiagos koncentraciją ar išskirtinį pavidalą (pavyzdžiui, 3D žvėrelių formos tabletės vaikams). Beto, 3D spausdinimas gali būti pasitelktas kuriant kombinuotus vaistus - t.y. kelių skirtingų vaistų komponentus apjungiant vienoje tabletėje. 2015 metais Amerikos maisto ir vaistų administracija (FDA) patvirtino epilepsijos gydymui skirtą vaistą „Spritam“, kuris tapo pirmuoju vaistu, pagamintu pasitelkus pridėtinę gamybą (Konta, García-Piña ir Serrano, 2017).

3D revoliucijos atgarsiai biomedicinos srityje girdimi ir Lietuvoje. 2001 m. Kaune įkurta įmonė „Ortho Baltic“ - pirmoji Baltijos šalyse pradėjusi naudoti 3D technologiją medicinos prietaisų ir implantų gamybai. Įmonė 2015 m. nominuota kaip „3D technologijų lyderis Lietuvoje“, o 2019 m. paskelbta konkurso „*Pramonė 4.0* žvaigždė 2019“ nugalėtoja mažų ir vidutinių įmonių kategorijoje. „Ortho Baltic“ vadovo, G. Kostkevičiaus, nuomone, ateityje bus pereinama nuo standartinių sprendimų (vaistų, medicinos prietaisų, tradicinių med. procedūrų) prie personalizuotos medicinos, kuomet pasitelkus genų inžineriją konkrečiam pacientui bus kuriami ir pritaikomi vaistai, o 3D spausdintuvais bus gaminami personalizuoti implantai, vienkartiniai chirurginiai instrumentai ir kt. Chirurgams tai reikš didesnę atsakomybę, tačiau leis užtikrinti didesnę chirurginį tikslumą ir geresnius gydymo rezultatus - pagal paciento anatominius ir klinikinius duomenis sukuriant personalizuoto dizaino ir konstrukcijos implantą. „Ortho Baltic“ vadovas pažymi, kad 3D spausdinimo technologijos išlieka brangios, todėl iki šiol dominuoja standartiniai sprendimai. Anot jo, „Visuotiniame 3D technologijų panaudojime medicinoje vis dar kliudo didelė individualiai pacientui pritaikomų implantų kaina, kurią lemia brangios technologijos, medžiagos, neefektyvūs veiklos procesai. Tačiau gera žinia ta, kad technologijos ir medžiagos pamažu pinga, o procesų optimizavimui reikalingi informacinių technologijų

sprendimai – jau kuriami“. G. Kostkevičius vertina, kad platesniam 3D spausdinimo taikymui Lietuvoje reikia ne tik diegti technologijas, bet ir keisti chirurgų mąstymą, apmokyti juos naudotis programiniais 3D technologiniais instrumentais (Lietuvos medicinoje laukiamas 3D technologijų proveržis, 2018). Vertinant 3D technologijas Lietuvoje, galima paminėti ir UAB „Femtika“, kurioje dirbantys mokslininkai pasitelkia 3D nanofabrikavimo stakles mikrorobotų, implantų, nano dydžio adatų ir kt. produktų gamybai. Įmonė kuria plika akimi neįžiūrimo dydžio robotus, kurie turi tilpti į siauriausią žmogaus kraujagyslę ir nugabenti reikiamas medžiagas į pažeistą organizmo vietą (Lietuvos amžiaus inovacijos, 2017).

2.8 „Daiktų internetas“ biomedicinoje

Biomedicinoje, „Daiktų internetas“ vadinamas „Medicinos daiktų internetu“ (angl. *“The internet of medical things”*). Šis terminas apibūdina sveikatos priežiūros paslaugą, kuomet medicininė įranga ir prietaisai realiu laiku sąveikauja, naudodami internetinį ryšį. Belaidės jutiklių sistemos, nanotechnologijos ir prietaisų miniatiūrizavimas suteikė galimybę sekti ir analizuoti pacientų sveikatos būklę, naudojant duomenis, gautus iš jų asmeninių įrenginių, medicininės įrangos bei naudojamų medicinos priemonių (pavyzdžiui, implantuotų širdies stimuliatorių, insulino pompų ir kt.). Šiuo metu, „Medicinos daiktų internetas“ įgalina priimti efektyvesnius klinikinius sprendimus, sumažina netikslių diagnozių skaičių, padeda valdyti lėtines ligas – taip prisidėdamas prie bendro medicininių paslaugų kokybės gerinimo. 4 lentelėje aprašytos kelios „daiktų interneto“ pritaikymo galimybės biomedicinoje, tačiau tikėtina, kad netolimoje ateityje dauguma procesų bus optimizuoti, užtikrinant įvairių įrenginių sąveiką.

4 lentelė

„Medicinos daiktų internetas“

Telemedicina
Telemedicina - tai procesas, kurio metu klinikinės sveikatos priežiūros paslaugos pacientams teikiamos per atstumą, naudojantis telekomunikacijomis ir informacinėmis technologijomis. Iš pradžių, telemedicina buvo skirta atokiose vietovėse ir regionuose gyvenantiems pacientams, tačiau šiandien ji naudojama su tikslu taupyti gydytojų laiką ir skubioms pacientų konsultacijoms. Mobilųjų telefonų naujovės bei medicininiai ir nemedicininiai prietaisai, įgalinantys pacientus rinkti medicininius duomenis ir perduoti juos jų teikėjams per telekomunikacijų linijas lemia telemedicinos populiarėjimą. Įvairūs pacientų naudojami prietaisai - kraujospūdžio matuokliai, gliukozės koncentracijos kraujyje matuokliai bei prietaisai, gebantys paimti nedidelius kraujo mėginius - realiu laiku siunčia surinktus duomenis medicinos paslaugų teikėjams. Šitokia efektyvi pacientų būklės stebėseną įgalina laiku suteikti reikiamą pagalbą arba atlikti reikalingas gydymo korekcijas.
Greito reagavimo sistemos
Dabar, inovatyviomis technologijomis siekiama nuosekliai stebėti vartotojų elgesį ir įsikišti ekstremalių situacijų atvejais. Šeimos nariai ir slaugytojai turi galimybę sekti sunkiai sergančius arba senyvo amžiaus žmones – jutikliai mobiliuose įrenginiuose (apyrankėse, telefonuose ir kt.) siunčia informaciją atsitikus nelaimingam atsitikimui – pernelyg nutolus nuo gyvenamosios vietos (aktuali sergančiųjų Alzheimerio liga ar demencija priežiūrai), sutrikus pulsui, kraujo spaudimui, ženkliai pakilus/nukritus kūno temperatūrai.

Virtualūs asistentai

Šiuo metu gyvename visuomenėje, kurią sudaro ištis daug brandaus amžiaus žmonių – 2017 metais, 19.4% ES populiacijos sudarė vyresni nei 65 metų amžiaus žmonės. Daugeliui vyresnio amžiaus asmenų, ypačiai tiems, kurie gyvena vieni, reikalinga kasdienė pagalba. Virtualūs asistentai gali padėti tais atvejais, kuomet šeimos nariai pasirūpinti negali ir nėra galimybių naudotis mokamomis slaugos paslaugomis. Šie padėjėjai gali padėti vartotojams laikytis tinkamo dienos režimo – jie informuoja apie vaistų vartojimą, primena apie fizinį aktyvumą bei padeda palaikyti ryšį su aplinkiniu pasauliu. Europos Komisijos finansuojamas projektas „Alfred“ greitai turėtų būti įgyvendintas – Vokietijoje, Prancūzijoje, Olandijoje, Ispanijoje ir Švedijoje pasirodys balsu valdomas asmeninis asistentas, skirtas tenkinti brandaus amžiaus žmonių poreikiams.

Medicininų rekomendacijų laikymosi stebėseną

2017 metų pabaigoje, Amerikos maisto ir vaistų administracija (FDA) pirmą kartą patvirtino vaistą su skaitmenine vartojimo stebėjimo sistema. Šių aripiprazolo tablečių („Abilify MyCite“) sudėtyje yra jutikliai, siunčiantys duomenis po tabletės suvartojimo. Šis vaistas yra skiriamas šizofrenijos, ūmių manijos epizodų, mišrių bipolinio sutrikimo epizodų bei suaugusiųjų depresijos gydymui. Sistema veikia siųsdama pranešimą iš tablečių jutiklio į nešiojamąjį pleistrą, kuris perduoda informaciją mobiliajai programėlei, kad pacientai, savo išmaniajame telefone, galėtų sekti vaistų vartojimą. Pacientai taip pat gali duoti sutikimą savo slaugytojams ir gydytojams pasiekti šią informaciją internetu.

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis apžvelgta literatūra.

Apibendrinant šiame skyriuje pateiktą informaciją, galima daryti išvadą, kad šiuo metu pasauliniame biomedicinos sektoriuje vyksta išties labai intensyvi, plataus pobūdžio transformacija – pažangios technologijos ir jų integracija iš esmės keičia produktų savybes bei paslaugų teikimo principus, trukmę ir kokybę.

3. PRAMONĖ 4.0 ĮTAKA POKYČIAMS DARBO RINKOJE

3.1 Įdarbinimas ir darbo kultūra

Kaip aprašyta ankstesniuose skyriuose, ketvirtąją pramonės revoliuciją lemia konkretūs technologiniai pokyčiai: spartusis mobilusis internetas, dirbtinis intelektas, automatizavimas, didžiųjų duomenų analizė ir kt. Prognozuojama, kad dirbtinis intelektas ir automatizavimas – technologijos, turėsiančios didžiausią įtaką užimtumo rodikliams. „McKinsey Global Institute“ išleistame tyrime (Manyika & Sneider, 2018) teigiama, kad maždaug penktadalį pasaulio darbo jėgos įtakos dirbtinio intelekto ir automatizavimo technologijų taikymas, o didžiausias modernių technologijų pasitelkimo poveikis darbo rinkai prognozuojamas išsivysčiusiose šalyse, tokiose kaip Jungtinė Karalystė, Vokietija ir JAV. Net 50 % tyrime apklaustų įmonių yra įsitikinusios, kad iki 2022 metų automatizavimas ženkliai sumažins visą darbo dieną dirbančių darbuotojų skaičių, o iki 2030 m. robotai turėtų pakeisti 800 milijonų darbuotojų visame pasaulyje. Tiesa, galimas automatizavimo poveikis pokyčiams darbo rinkoje skiriasi, priklausomai nuo profesijos ir pramonės sektoriaus. Nustatyta, kad automatizuoti galima mažiausiai trečdalį pagrindinės veiklos, vertinant maždaug 60 % profesijų, o labiausiai automatizavimo pažeidžiamos veiklos apima fizinę veiklą nuspėjamoje aplinkoje (pvz. duomenų rinkimą ir apdorojimą, įvairių įrenginių valdymą ir remontą, greito maisto ruošimą ir pan.). Prognozuojama, kad automatizavimas turės mažesnę poveikį darbams, susijusiems su žmonių valdymu, kompetencijos taikymu ir socialine sąveika, pvz. švietimui ir sveikatos priežiūrai (Manyika ir kiti, 2017). Pagal Oksfordo Martino mokyklos tyrėjų Carl Benedikt Frey ir Michael Osborne technologijos inovacijų poveikio nedarbui vertinimą (2013), 5 lentelėje pateikiami profesijų, turinčių didžiausią ir mažiausią automatizavimo tikimybę, pavyzdžiai.

5 lentelė

Profesijos, kurioms būdinga didžiausia ir mažiausia automatizavimo tikimybė

Labiausiai tikėtina, kad bus automatizuotos	
Tikimybė	Profesija
0.99	Telerinkodaros specialistai
0.99	Mokesčių deklaracijų rengėjai
0.98	Draudimo agentai, žalos automobiliui vertintojai
0.98	Arbitrai, teisėjai ir kiti sporto pareigūnai
Mažiausiai tikėtina, kad bus automatizuotos	
Tikimybė	Profesija
0.0031	Socialiniai darbuotojai, besirūpinantys psichikos ligoniais ir sergančiais priklausomybės ligomis
0.0040	Choreografai
0.0042	Gydytojai ir chirurgai
0.0043	Psichologai

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis Carl Benedikt Frey ir Michael Osborne, 2013.

Remiantis Pasaulio ekonimikos forumo ataskaitos duomenimis (Future Jobs Report, 2018), netolimoje ateityje (iki 2022 metų) darbo rinkos laukia ištis dideli pokyčiai: 75 mln. šiandien dar egzistuojančių darbo vietų gali išnykti, tačiau tikėtinas 133 mln. naujų pozicijų sukūrimas (žr. 6 lentelę).

6 lentelė

Pasaulio ekonomikos forumo prognozė 2022 metams

Prognozuojama, kad iki 2022 metų:	
Darbo rinkos dalis, kuriai reikės persikvalifikuoti	54%
Įmonės, planuojančios atsisakyti nuolatinių darbuotojų	50%
Įmonės, planuojančios samdyti darbuotojus pagal trumpalaikę sutartį, tik reikalingoms užduotims atlikti (angl. contractors)	48%
Darbo vietos, kurių nebeliks (darbai bus atliekami technologijų pagalba)	75 milijonai
Naujos (iki šiol neegzistavusios darbo vietos)	133 milijonai

Šaltinis: Future Jobs Report, 2018.

Vertinant būsimus pasikeitimus darbo kultūroje, tikėtina, kad *Pramonė 4.0* smarkiai prisidės prie nuotolinio darbo populiarumo augimo. Nuotolinio darbo specifika leidžia konkrečių šalių darbo rinkoms susijungti į vieną didžiulę pasaulinę darbo rinką, kurioje tiek darbuotojai, tiek darbdaviai turi daugiau pasirinkimo galimybių. Galima tikėtis, kad nuotolinio darbo populiarumo augimas paskatins produktyvumo lygio kilimą ir tuo pačiu - ekonomikos augimą. Darbo „iš namų“ kultūra gali prisidėti ir prie socialinės integracijos augimo – tikėtina, kad žmonėms, turintiems judėjimo negalią, įsidarbinimo galimybių padaugės.

Dar vienas numatomas kultūrinis pokytis – lankstesnis darbo ir laisvalaikio santykis. Vokietijos socialinės apsaugos ir darbo ministerija savo ataskaitoje (Work 4.0, 2017) skelbia, kad būtent skaitmenizavimas įgalina tiek darbdavį, tiek darbuotojus dirbti lanksčiau. Įvairios technologijos, mobilūs įrenginiai ir interneto ryšys dažnu atveju suteikia galimybę reikiamus darbus atlikti betkuriuo paros metu, taip patenkinant įmonių reikmes bei darbuotojų poreikius ir pageidavimus. Lankstus darbo grafikas turėtų suteikti galimybę lengviau įvykdyti įsipareigojimus šeimai, skirti laiko asmeniniam tobulėjimui (pavyzdžiui testinėms studijoms ar savišvietai), savanorystei arba tiesiog mėgstamai veiklai, taip išsaugant darbo ir asmeninio gyvenimo balansą, kuris yra itin glaudžiai susijęs su gyvenimo džiaugsmu, pasitenkinimu ir vidinės pilnatvės jausmu. Todėl, kartu su pramonės pokyčiais ir technologijų pasitelkimu, galime tikėtis emocinės ir psichologinės sveikatos sustiprėjimo.

3.2 Saugumas dėl darbo vietos

Natūralu, kad prognozuojami darbo vietų išnykimo skaičiai gali kelti nerimą ir prisidėti prie nesaugumo dėl darbo vietos pojūčio augimo. Jungtinės Karalystės audito ir mokesčių konsultacijų kompanijos „PricewaterhouseCoopers“ (PwC) Kinijoje, Indijoje, Vokietijoje, JK ir JAV vykdytos apklausos duomenimis (Hopes and Fears, 2021), net 40% darbuotojų mano, kad 5 metų laikotarpyje jų darbo vietos tiesiog nebeliks. Tos pačios ataskaitos duomenimis, 48% respondentų teigė manantys, kad ateityje darbuotojai dirbs tik pagal trumpalaikes sutartis atlikdami specifinių įgūdžių reikalaujančias užduotis, o tradicinės darbo vietos išnyks. Įdomu ir tai, kad net 32% apklaustų abiturientų jautėsi sunerimę ir neužtikrinti dėl savo ateities darbo rinkoje. Nors galėtų pasirodyti, kad nesaugumo jausmas labiau būdingas jauniems žmonėms, kurių karjeros perspektyvos ištis miglotos šiandienio pasaulio kontekste (lyginant su ankstesne darbo kultūra, kuriai buvo būdinga 30 ar daugiau metų stabiliai dirbti vienoje įmonėje), 2019 m. Jungtinėje Karalystėje (Centre for Ageing Better) atlikto tyrimo duomenimis, net 24% 45-74 metų amžiaus žmonių jaučia nerimą, kad 12 mėnesių laikotarpyje gali prarasti darbo vietą. Pasak Cheng ir Chan (2018), rūpestis dėl profesinės ateities daro žalą tiek fizinei, tiek psichologinei sveikatai, o vyresnio amžiaus žmonės neigiamą poveikį jaučia stipriau. Vyresni darbuotojai turi daugiau įsipareigojimų, yra mažiau mobilūs ir mano turintys mažiau šansų pakeisti darbovietę lyginant su jaunesniais kolegomis (Cheng ir Chan, 2018).

Kaip jau minėta, ketvirtoji pramonės revoliucija turėtų lemti darbo pagal trumpalaikes sutartis populiarumo augimą (Future Jobs Report, 2018). Šis darbo pobūdis gali dar labiau paskatinti nesaugumo dėl darbo vietos jausmo augimą. Gallie su kolegomis (2016 m.) atlikto tyrimo rezultatai atskleidė, kad darbuotojai, dirbantys pagal terminuotą darbo sutartį (angl. *temporary contract*) yra labiau linkę nerimauti dėl darbo vietos išsaugojimo, lyginant su dirbančiais pagal ilgalaikio įsipareigojimo susitarimą.

Verta atkreipti dėmesį į tai, kad darbo psichologijos specialistas, dr. Hans De Witte (2005) su darbu susijusių įgūdžių tobulinimą bei darbuotojų gebėjimo susidoroti su pokyčiais stiprinimą nurodo kaip vieną iš galimybių mažinti darbuotojų nesaugumą dėl darbo. Jis teigia, kad įgūdžių tobulinimas didina darbuotojų pasitikėjimą savimi, taip mažindamas nesaugumą. Darbuotojų saugumas dėl darbo vietos vykstant ketvirtajam pramonės perversmui kol kas labai mažai ištirtas. Trūksta duomenų, apžvelgiančių situaciją skirtingose pramonės srityse, sunku nustatyti, kokie asmenys (vertinant išsilavinimą, amžių, turimus įgūdžius ir žinias ir kt.) šiandieninėje darbo rinkoje jaučiasi mažiausiai saugiai, o kurie saugiausiai.

3.3 Pasirengimas *Pramonė 4.0*

Pasaulio ekonomikos forumas (Future Jobs Report, 2018) skelbia, kad 38 proc. verslo įmonių mano, kad dirbtinio intelekto ir automatizavimo taikymas įgalins darbuotojus ugdyti

naujus įgūdžius, reikalingus atlikti kitokio pobūdžio užduotis – įrangos priežiūros, pritaikymo ir tobulinimo. Ataskaitoje yra išskiriamos trys pagrindinės strategijos kaip įveikti su pramonės perversmu susijusius iššūkius: samdyti naujus nuolatinius darbuotojus (turinčius reikalingų įgūdžių, susijusių su naujomis technologijomis), visiškai automatizuoti vykdomą veiklą arba perkvalifikuoti esamus darbuotojus. McKinsey instituto atliktų tyrimų duomenimis (Illanes ir kiti, 2018), iki 2030 metų iki 375 milijonų darbuotojų (14% visų darbuotojų pasauliniu mastu) turės persikvalifikuoti, kadangi skaitmenizavimas, automatizavimas ir pažanga dirbtinio intelekto srityje pakeis status quo. Vykstant intensyviems pramonės pokyčiams prisitaikymas reikalingas tiek individualiame lygmenyje (savo namų ūkyje), tiek visuomeniniu mastu. Pavyzdžiui, VšĮ Centro Poliklinika veikiantis robotas-pardavėjas reikalauja tam tikrų įgūdžių atsiskaitymui už paslaugas – vyresnio amžiaus žmonės palengva tampa įpareigoti išmokti naudotis liečiamais ekranais ir atsiskaityti bekontakčiu būdu. Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacijos (EBPO) duomenimis, *DI* iki 2030 m. dramatiškai paveiks pasaulio ekonomiką ir transformuos darbo rinką. Remiantis šiais duomenimis, Lietuvai *DI* žadama transformacija gali kainuoti brangiai, kadangi dėl didžiulio skaičiaus žemos kvalifikacijos darbuotojų esame viena iš labiausiai pažeidžiamų šalių darbo vietų automatizavimo srityje. Anot buvusio Ekonomikos ir inovacijų viceministro Elijaus Čivilio, dėl *DI* dalis žmonių neteks savo darbo vietų, tačiau ateinantys pokyčiai sukurs naują industriją (Pamirškite greitą internetą – yra kita sritis, kurioje Lietuva pirmauja, 2019). Tikėtina, kad netolimoje ateityje atsiras ES nuostatai, kuriuos privalės atitikti produktai, turintys *DI* elementų, ypatingai didelės rizikos srityse kaip medicina ar autonominis transportas. Todėl galima numanyti, kad dalis naujai sukurtų darbo vietų biomedicinos sektoriuje bus glaudžiai susijusios su kokybės vadyba ir kompiuterinių sistemų priežiūra – turėtų išaugti aukštos kvalifikacijos kokybės kontrolės specialistų poreikis.

Teigiama, kad visose pramonės šakose egzistuoja reikalingų įgūdžių spragos - net iki 42% darbuotojų, norėdami dirbti efektyviau, naujų įgūdžių ir žinių turėtų įgyti jau dabar (Future Jobs Report, 2018). Technologinių įgūdžių, pavyzdžiui, technologijų projektavimo ir programavimo bei socialinių-emocinių kompetencijų, tokių kaip kūrybiškumas, kritinis mąstymas ir įtaigi komunikacija, reikšmė smarkiai auga. Iš darbuotojų tikimasi emocinio intelekto, kūrybiškumo, „mokymosi visą gyvenimą“ nusiteikimo, didesnio pilietiškumo ir aplinkosaugos problemų išmanymo („Deloitte Insight“, 2018). Įgūdžių susijusių su mąstymu ir technologijų naudojimu, kompleksinio problemų sprendimo įgūdžių bei socialinių įgūdžių svarba pastaraisiais metais auga, tuo tarpu, fizinį pajėgumą kaip pageidaujamą darbuotojo savybę nurodo tik 4 % verslų (Future Jobs Report, 2018).

Prognozuojama, kad iki 2022 metų didžiausias perkvalifikavimo poreikis bus aviacijoje bei turizmo pramonėje, taip pat, informacinių ryšių technologijų, finansinių paslaugų, kalnakasybos

bei metalo pramonės srityse. Transporto sektorius yra mažiausiai linkęs perkvalifikuoti savo dabartinius darbuotojus, o sveikatos priežiūros, chemijos ir biotechnologijų sektoriuose darbuotojų perkvalifikavimas, prognozuojama, įvyks greičiausiai (Future Jobs Report, 2018). Įdomu tai, kad dauguma dirbančiųjų Kinijoje, Indijoje, Vokietijoje, JK ir JAV (77 proc.) yra pasirengę įgyti naujų įgūdžių arba visiškai persikvalifikuoti, o 40 proc. darbuotojų teigia jau patobulinę savo skaitmeninius įgūdžius COVID-19 pandemijos metu (Hopes and Fears, 2021).

Tiek mokslininkai, tiek politikos atstovai yra vieningai įsitikinę, kad daugelis darbo rinkoje esančių suaugusiųjų turės tobulinti savo technologinį išprusimą persikvalifikuojant (Frank ir kiti, 2019). Daugybė vyriausybių jau ėmėsi veiksmų, kad padėtų darbingo amžiaus žmonėms prisitaikyti prie *Pramonė 4.0* perversmo. Pavyzdžiui, Vokietijos socialinės apsaugos ir darbo ministerija bei Suomijos užimtumo ir ekonomikos ministerija paskelbė ataskaitas, kuriose apžvelgiamos strategijos, kurių įgyvendimas padėtų užtikrinti darbo rinkos adaptavimąsi prie technologinių pokyčių. (Leading the way into the age of artificial intelligence, 2019; Work 4.0, 2017). Suomijos įgyvendinama „mokymosi visą gyvenimą“ reforma užtikrina, kad mokymosi institucijose visiems piliečiams, nepaisant jų amžiaus, būtų suteikiama galimybė plėsti žinias norimose srityse. Tuo tarpu Vokietija ne tik pabrėžia nuolatinio mokymosi svarbą, tačiau numato visiems verslo sektoriams privalomas skaitmenines kompetencijas ir „asmeninio tobulėjimo sąskaitą“, kuri turėtų būti suteikiama Vokietijos piliečiams karjeros pradžioje, o joje esančios lėšos būtų skiriamos kompetencijų auginimui, idėjų įgyvendinimui, naujo verslo kūrimui ar kt.

Apibendrinant, reikėtų pažymėti, kad *Pramonė 4.0* neišvengiamai įtakos pasikeitimus darbo rinkoje. Anot Pasaulio ekonomikos forumo įkūrėjo ir vadovo Klaus Schwab (2016), turime suprasti du konkuruojančius technologijų taikymo padarinius. Pirma – griovimo efektas, kai technologijos skatinamas virsmas ir automatizavimas keičia darbą kapitalu, todėl darbuotojai yra priversti tapti bedarbiais arba pritaikyti savo įgūdžius kitur. Šį griovimo efektą lydi kapitalizacijos efektas, kai naujų prekių ir paslaugų paklausa didėja, skatindama kurti naujas profesijas, įmones ir net pramonės šakas.

4. SU *PRAMONĖ 4.0* SUSIJUSIŲ VEIKSNIŲ ĮTAKOS SAUGUMUI DĖL DARBO VIETOS TYRIMO METODOLOGIJA IR METODIKA

Šioje magistro darbo dalyje pateikiama nuosekli tyrimo metodologija.

4.1 Autorinio tyrimo metodologija

Tyrimo tikslas

Ištirti su *Pramonė 4.0* pokyčiais susijusių veiksnų įtaką saugumui dėl darbo vietos Lietuvos biomedicinos sektoriuje.

Tyrimo uždaviniai

Tyrimo tikslui pasiekti, keliami šie uždaviniai:

1. Nustatyti, kokie Lietuvos biomedicinos sektoriaus darbuotojų įgūdžiai (gebėjimai) yra svarbiausi ateičiai bei kokie darbuotojų įgūdžiai ir savybės yra svarbiausi sėkmingam jų perkvalifikavimui (pasirengimui *Pramonė 4.0* įvertinti).
2. Įvertinti Lietuvos biomedicinos sektoriaus darbuotojų informuotumą, domėjimąsi ir pasirengimą *Pramonė 4.0*.
3. Nustatyti ryšius tarp informuotumo apie *Pramonė 4.0*, domėjimosi *Pramonė 4.0*, pasirengimo *Pramonė 4.0* ir saugumo dėl darbo vietos Lietuvos biomedicinos sektoriuje.
4. Nustatyti su *Pramonė 4.0* susijusius veiksnus, įtakančius saugumą dėl darbo vietos Lietuvos biomedicinos sektoriuje.

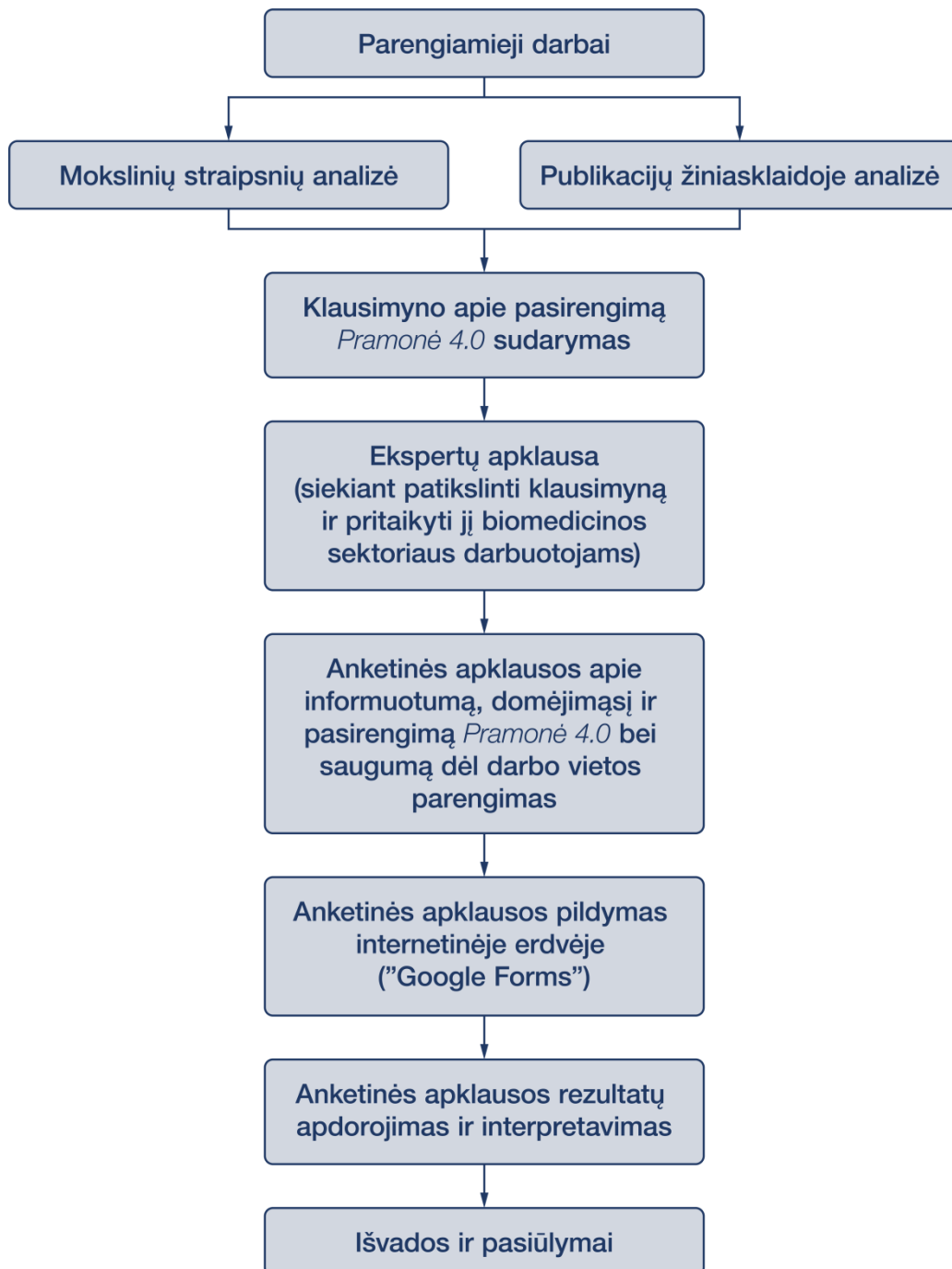
Tyrimo reikšmė

- Pagal tyrimo rezultatus bus galima preliminariai įvertinti Lietuvos biomedicinos sektoriaus darbuotojų informuotumą, domėjimąsi ir pasirengimą *Pramonė 4.0*.
- Remiantis tyrimo rezultatais bus galima pateikti rekomendacijas reikalingų įgūdžių tobulinimui.
- Siekiant paskatinti pasiruošimą *Pramonė 4.0* pokyčiams, tiek viešoms, tiek privačioms įmonėms, kartu su rekomendacijomis, bus galima pateikti neformalių suaugusiųjų mokymų programų, stiprinančių įgūdžius ir kompetencijas su *Pramonė 4.0* susijusiose srityse, sąrašą. Iš šiuo metu Lietuvoje siūlomų 2241 neformaliojo suaugusiųjų švietimo programų, 769 programos yra susijusios su reikiamomis *Pramonė 4.0* ateities kompetencijomis (Mažų ir vidutinių įmonių kompetencijų poreikio, siekiant pasiruošti ir įveikti *Pramonė 4.0* iššūkius analizė, 2020).

- Galiausiai, bus galima įvertinti, kokie su *Pramonė 4.0* susiję veiksniai daro įtaką psichologiniam darbuotojų saugumui dėl darbo vietos ir, atsižvelgiant į tyrimo rezultatus, pateikti įžvalgas ir pasiūlymus Lietuvos biomedicinos sektoriuje veikiančioms įmonėms.

Tyrimo planas

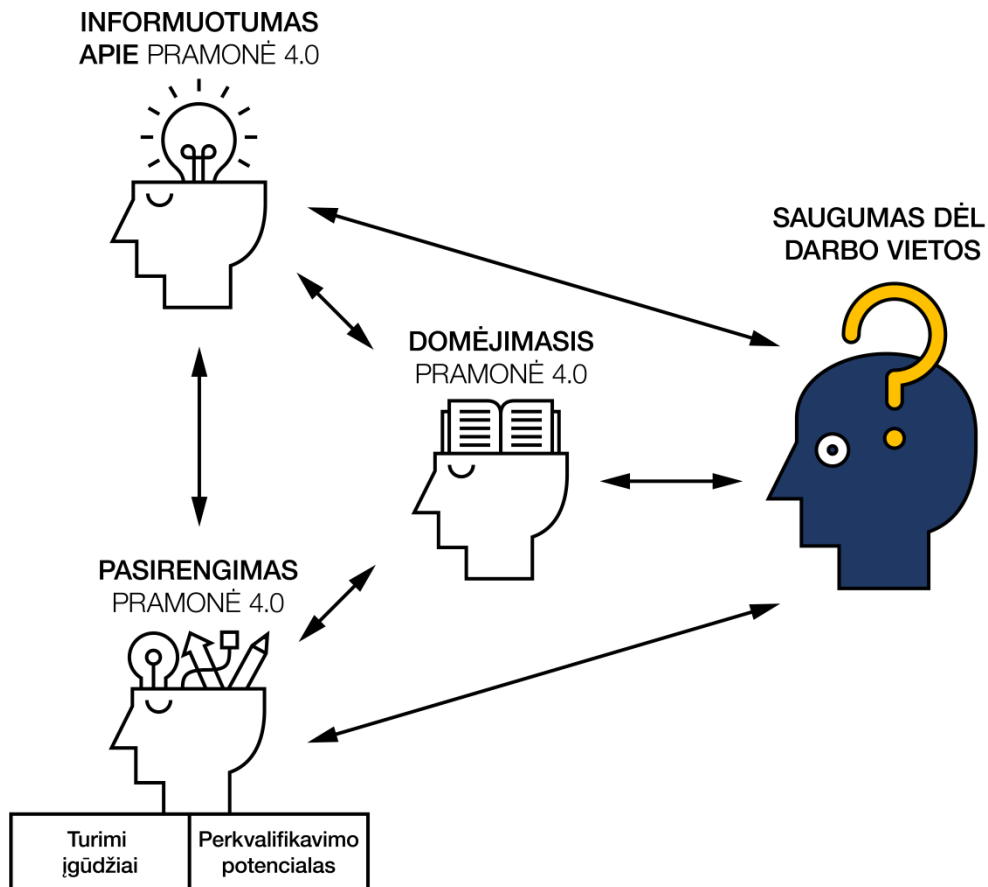
Tyrimo eiga pavaizduota 4 paveiksle.



4 paveikslas – Tyrimo planas (sudaryta darbo autorės)

Tyrimo modelis

Teorinis tyrimo modelis pavaizduotas 5 paveiksle.



5 paveikslas – Teorinis tyrimo modelis (sudaryta darbo autorės)

Tyrimo hipotezės

Remiantis tyrimo modeliu, iškeltos šios tyrimo hipotezės:

- H₁ – Informuotumas apie *Pramonę 4.0* yra teigiamai susijęs su domėjimusi *Pramonę 4.0*.
- H₂ – Domėjimasis *Pramonę 4.0* yra teigiamai susijęs su pasirengimu *Pramonę 4.0*.
- H₃ – Pasirengimas *Pramonę 4.0* yra teigiamai susijęs su saugumu dėl darbo vietos.
- H₄ – Informuotumas apie *Pramonę 4.0*, domėjimasis *Pramonę 4.0* bei pasirengimas *Pramonę 4.0* (turimi įgūdžiai ir perkvalifikavimo potencialas) daro įtaką saugumui dėl darbo vietos.

Tyrimo etika

Tiek kokybinio (interviu su ekspertais), tiek kiekybinio (anketinė apklausa) metu buvo laikomasi tyrimo etikos - apklaustų ekspertų tapatybė magistro darbe neviešinama (nurodomos tik užimamos pareigos). Interneto skelbta apklausa buvo anoniminė ir konfidenciali.

Darbiniai apibrėžimai ir santrumpos

- **3D spausdinimas** - trimačio vientiso, praktiškai bet kokios formos objekto gaminimo procesas iš skaitmeninio modelio.
- **Daiktų internetas (angl. *Internet of things/IoT*)** - tai internetu sąveikaujantys įrenginiai.
- **Darbo vieta** - darbo proceso technologinė-organizacinė funkcija, kuriai atlikti reikia tam tikros profesijos, specialybės, kvalifikacijos darbuotojo ir atitinkamų darbo priemonių (ekonomikos terminų žodynas).
- **Debesų kompiuterija (angl. *cloud computing*)** - tai internetu pasiekiamą kompiuterinę ir programinę įrangą bei duomenų saugojimo galimybę internete.
- **Didieji duomenys (angl. *big data*)** - didelės apimties (angl. *high volume*), didelės spartos (angl. *high velocity*), didelės įvairovės (angl. *high variety*) duomenys.
- **Dirbtinis intelektas (DI)** - tai yra kompiuterio pagalba sukurtas specialus algoritmas, kuris sprendžia jam priskirtas užduotis ir mokosi iš jų, pateikdamas galimus sprendimo variantus pagal ankstesnius sprendimus.
- **Išmanieji jutikliai (angl. *smart sensors*)** – įtaisai, konvertuojantys fizinės aplinkos duomenis į duomenis, kuriuos kompiuteris gali suprasti naudojant analoginę skaitmeninę keitiklį.
- **Išmanioji gamykla (angl. *smart factory*)** – tai intelektualiai, lanksti ir dinamiška įmonė, savo veikloje apjungianti automatizuotą gaminių ir gamybos procesų projektavimą, automatizuotą technologinių procesų valdymą, technologinių procesų stebėjimą realiuoju laiku, duomenų perdavimą, produkcijos realizavimą, pagamintų gaminių aptarnavimą ir kitas veiklos sritis.
- **Išplėstinė (papildyta) realybė (angl. *augmented reality*)** - tai teksto, grafikos, garso ir kt. virtualių priemonių naudojimas papildyti esamuoju laiku pasiekiamą informaciją, susijusią su realaus pasaulio objektais.
- **Kibernetinė sauga** – procesai, kuriais siekiama apsaugoti kompiuterius, serverius, mobiliuosius įrenginius, elektronines sistemas, tinklus ir duomenis nuo kibernetinių atakų.
- **LR** - Lietuvos Respublika.
- **Mašininis mokymasis** - tai procesai, kurių metu kompiuterinės sistemos, panaudodamos turimus duomenis, atpažįsta tam tikrus šablonus, geba išskirti duomenų grupes ir kt.
- **Nešiojami įtaisai (angl. *wearables*)** – tai išmanieji elektroniniai prietaisai, dėvimi arti arba ant odos paviršiaus, gebantys užfiksuoti, analizuoti ir perduoti informaciją (fiziologinius rodmenis, duomenis apie aplinką ir kt.) į kitus išmaniuosius įrenginius.
- **Procesų skaitmenizacija** – tai informacijos konvertavimas į skaitmeninį formatą.
- **Robotika** - tai mokslas apie automatizuotas mašinas (robotus), apjungiantis informatikos, elektronikos ir mechanikos sritis.

- **Virtuali realybė** - kompiuteriu sugeneruota interaktyvi trimatė aplinka, su kuria vartotojas sąveikauja naudodamas specialiąją techninę įrangą. Virtualioje realybėje, kitaip negu papildytoje realybėje, realaus pasaulio vaizdas yra nematomas, t. y. aplinka yra sudaryta tik iš kompiuterio sugeneruotos grafikos.
- **Žmogaus ir mašinos sąsaja (angl. *human-machine interface*)** – tai tam tikro prietaiso komponentas ar programinės įrangos savybė, leidžianti žmonėms komunikuoti mašinomis (pvz. jutiklinis ekranas).

4.2 Kokybinio tyrimo metodika

Siekiant nustatyti svarbiausius darbuotojų įgūdžius ir gebėjimus bei polinkį persikvalifikuoti, pasirinkta atlikti pusiau struktūruotą interviu su biomedicinos ekspertais. Kadangi tyrimo tema yra palyginti nauja - validuotų klausimynų įvertinti darbuotojų pasirengimą *Pramonė 4.0* nėra. Konsultacija su biomedicinos sektoriaus ekspertais reikalinga norint klausimyną sudaryti tikslesnį, aiškesnį ir labiau suprantamą biomedicinos sektoriaus darbuotojams.

Kokybinio tyrimo imtis

Nuspręsta apklausti bent po vieną, nustatytus kriterijus atitinkantį, biomedicinos ekspertą iš privataus ir viešojo sektorių.

Tyrimo respondentų charakteristikos

Norint įvertinti biomedicinos darbuotojų įgūdžius ir perkvalifikavimo potencialą, svarbu atsižvelgti į vertintojų darbo patirtį biomedicinos sektoriuje bei į patirtį vadovaujant žmonių grupėms. Taip pat, didelės reikšmės turi ir vertintojų darbo aplinka - siekiant įvertinti ateičiai reikalingus darbuotojų įgūdžius, vertintojai patys turėtų dirbti aplinkoje, kur taikomos arba planuojamos taikyti modernios technologijos, galimai reikalaujančios specifinių įgūdžių. Atsižvelgus į tai, biomedicinos ekspertų atrankai nustatyti 3 kriterijai:

1. 10 metų arba ilgiau dirba biomedicinos srityje;
2. 5 metus arba ilgiau užima vadovaujančias pareigas;
3. Profesinėje veikloje taiko (arba planuoja taikyti) *Pramonė 4.0* technologijas (dirbtinis intelektas, skaitmenizavimas, automatizavimas, daiktų internetas ir kt.).

4.3 Kiekybinio tyrimo metodika

Tyrimo tikslui pasiekti atliekamas kiekybinis tyrimas, apklausiant Lietuvos biomedicinos sektoriaus darbuotojus. Tyrimo metu tikrinami du autorės parengti konstruktai (matuojantys domėjimąsi *Pramone 4.0* bei pasirengimą *Pramonė 4.0*) bei vienas De Witte (2000) parengtas

konstruktas saugumui dėl darbo vietos įvertinti. Autorės sudarytas pasirengimo *Pramonė 4.0* konstruktas, matuojantis du pasirengimo aspektus (turimus įgūdžius ir perkvalifikavimo potencialą) buvo patikslintas kokybinio tyrimo metu, kalbinant ekspertų grupę.

Tyrimo imties dydis ir vienetai

- Tyrimo imties vienetai - LR Biomedicinos sektoriaus darbuotojai.
- Tyrimo imties dydis nustatytas remiantis Paniotto formule (Valackienė, 2007):

$$n = \frac{1}{\Delta^2 + \frac{1}{N}} = \frac{1}{0.1^2 + \frac{1}{23860}} = 100$$

n – imties dydis; Δ – imties paklaidos dydis (paklaida 10% todėl $\Delta = 0.1$); N – generalinis visumos dydis. Lietuvos statistikos departamento duomenimis, 2021 m. pradžioje biomedicinos sektoriuje (pagrindinių vaistų pramonės gaminių ir farmacinių preparatų gamyba, veterinarinė veikla, žmonių sveikatos priežiūros veikla) dirbo 23860 asmenų, todėl $N = 23860$).

Anketinė apklausa

Apklausos anketos struktūra

Apklausos anketą sudaro 14 klausimų: 3 demografiniai klausimai (lytis, amžius, išsilavinimas), 5 su darbo patirtimi ir darbovieta susiję klausimai, 1 klausimas informuotumui apie *Pramonė 4.0* nustatyti, 1 klausimas domėjimuisi *Pramone 4.0* nustatyti, 2 klausimai pasirengimui *Pramonė 4.0* nustatyti, 1 klausimas saugumui dėl darbo vietos nustatyti ir 1 baigiamasis klausimas įvertinti *Pramonė 4.0* aktualumą respondentų darbovietai. Apklausos anketa pateikta 1 priede.

Matuojamų veiksnių ir jiems matuoti skirtų konstrukto paaiškinimas

1) Konstruktas, matuojantis domėjimąsi *Pramonė 4.0*

Domėjimasis *Pramonė 4.0* vertinamas pagal darbuotojų turimas žinias bei norą plėsti/gilinti turimas žinias. Darbo autorės sudarytame konstrukte yra 6 teiginiai, kuriems įvertinti naudojama penkiabalė Likerto skalė. Domėjimosi *Pramonė 4.0* teiginio pavyzdys: “Jeigu yra galimybė, dalyvauju mokymuose *Pramonė 4.0* tematika”. Respondentų prašoma nurodyti, kiek jie sutinka su teiginiais nuo 1 – visiškai nesutinku iki 5 – visiškai sutinku. Domėjimosi įverčiai gali svyruoti tarp 6 ir 35. Kuo žemesnis įvertis - tuo mažesnis domėjimasis.

Kadangi konstruktas nustatyti domėjimąsi *Pramonė 4.0* nėra validuotas, teiginių suderintumas bus patikrintas, nustatant Cronbacho alfa (angl. *Cronbach's alpha*) koeficientą. Siekiama *Cronbach's alpha* reikšmė – ne mažesnė nei 0.60.

2) Konstruktai, matuojantys pasirengimą *Pramonė 4.0*

Pasirengimas *Pramonė 4.0* vertinamas dviem aspektais: turimais įgūdžiais ir perkvalifikavimo potencialu.

- Turimi įgūdžiai

Ketvirtosios pramonės revoliucijos akivaizdoje keičiantis verslui ir pramonei, keičiasi ir darbuotojams reikalingi įgūdžiai. Pasaulio ekonomikos forumas paskelbė *10 svarbiausių rytdienos įgūdžių* sąrašą (Whiting, 2020). Išvardinti įgūdžiai yra bendri visoms darbo sritims, todėl, norint sudaryti konkretesnę sąrašą (*svarbiausi rytdienos įgūdžiai biomedicinoje*), buvo remtasi ekspertų nuomone. Įgūdžių sąrašas buvo pakoreguotas pagal pusiau struktūruoto interviu rezultatus – iš viso buvo atrinkti 9 *svarbiausi rytdienos įgūdžiai biomedicinoje*. Respondentų prašoma įvertinti savo įgūdžius pagal pateiktą sąrašą 5 balų intervalinėje skalėje nuo “labai blogai (šių įgūdžių neturiu)” iki “puikiai (šių įgūdžių taikymas man visados padeda darbus atlikti sėkmingai)”. Turimų įgūdžių įverčiai gali svyruoti nuo 9 iki 45. Kuo žemesnis įvertis, tuo prastesnis įgūdžių vertinimas.

- Perkvalifikavimo potencialas

Remiantis literatūroje nurodytomis darbuotojų savybėmis, kurios turi didžiausią reikšmę sėkmingam darbuotojų perkvalifikavimui (atvirumas naujovėms, noras mokytis, gebėjimas adaptuotis ir planuoti laiką) (Kovács-Ondrejčovic ir kiti, 2019; Chopra-McGowan ir Reddy, 2020) bei pusiau struktūruoto interviu rezultatais, buvo sudarytas 12 teiginių kontruktas, kuriems įvertinti naudojama penkiabalė Likerto skalė. Perkvalifikavimo potencialui įvertinti skirta teiginio pavyzdys: “Galimybė pakeisti darbo pobūdį ir/arba specifiką man atrodo patraukli”. Respondentų prašoma nurodyti, kiek jie sutinka su teiginiais nuo 1 – visiškai nesutinku iki 5 – visiškai sutinku. Polinkio persikvalifikuoti įverčiai gali svyruoti tarp 12 ir 60. Kuo žemesnis įvertis - tuo mažesnis darbuotojo perkvalifikavimo potencialas (polinkis persikvalifikuoti). Kadangi konstruktas nustatyti *pasirengimą Pramonė 4.0* nėra validuotas, teiginių suderintumas bus patikrintas, nustatant Cronbacho alfa (angl. *Cronbach's alpha*) koeficientą. Siekiama *Cronbach's alpha* reikšmė – ne mažesnė nei 0.60.

3) Konstruktas, matuojantis saugumą dėl darbo vietos

Šiame darbe saugumas dėl darbo vietos suprantamas kaip darbuotojo juntamos grėsmės prarasti darbo vietą ir/ar palankias darbo sąlygas artimiausioje ateityje nebuvimas. T.y. kuo mažesnę grėsmę prarasti darbo vietą ir/ar palankias sąlygas jaučia darbuotojas, tuo didesnis to darbuotojo saugumas dėl darbo vietos.

Saugumui dėl darbo vietos vertinti buvo pasirinktas De Witte (2000) sukurtas ir validuotas konstruktas, skirtas atvirkščiam reiškiniui matuoti – nesaugumui dėl darbo vietos (angl. *job insecurity*). Validuotą skalę sudaro 8 teiginiai – po 4 teiginius kokybiniais ir kiekybiniais nesaugumo dėl darbo vietos aspektams matuoti. Kiekybinis nesaugumas dėl darbo vietos apibrėžiamas kaip baimė netekti darbo, o kokybinis nesaugumas dėl darbo vietos apibūdinamas kaip baimė netekti tam tikrą tai darbo vietai būdingų bruožų – pajamų, gerų darbo sąlygų,

socialinio statuso, karjeros galimybių, kolegų ar kt. Kiekybinio nesaugumo dėl darbo vietos teiginio pavyzdys: „Aš manau, kad artimiausiu metu galiu prarasti darbą“. Kokybinio nesaugumo dėl darbo vietos teiginio pavyzdys: „Aš manau, kad mano darbas/darbo sąlygos pablogės“.

Konstrukte naudojama penkiabalė Likerto skalė. Respondentų prašoma nurodyti, kiek jie sutinka su teiginiais nuo 1 – visiškai nesutinku iki 5 – visiškai sutinku. Tiek kokybinio, tiek kiekybinio nesaugumo dėl darbo vietos skalių įverčiai gali svyruoti tarp 8 ir 40. Kuo žemesnis įvertis - tuo mažesnis nesaugumas dėl darbo vietos (kitai tariant - didesnis saugumas).

Konstrukto teiginiai buvo išversti į lietuvių kalbą, tačiau vertimas neturėtų įtakoti vidinio klausimų suderintumo, kadangi skalė yra plačiai naudojama ir išversta į daugelį kalbų (Lazauskaitė-Zabielskė, 2014; De Cuyper ir De Witte, 2006; Kinnunen, Mauno ir Siltaloppi, 2010). Nepaisant to, konstrukto teiginių suderintumas bus patikrintas, nustatant Cronbacho alfa (angl. *Cronbach's alpha*) koeficientą. Siekiama *Cronbach's alpha* reikšmė – ne mažesnė nei 0.60.

Duomenų apdorojimas

- *Cronbacho alfa (Cronbach's alpha) koeficientas* - naudojamas visų klausimynų skalės vidiniam nuoseklumui (angl. *scale internal consistency*) įvertinti.
- *Aprašomoji statistinė duomenų analizė* – pasitelkiama nustatyti ir aprašyti Lietuvos biomedicinos sektoriaus darbuotojų informuotumą, domėjimąsi ir pasirengimą *Pramonė 4.0* bei *Pramonė 4.0* aktualumą respondentų darbovietėms.
- *Koreliacijos koeficientas* – naudojamas nustatyti ryšius tarp su *Pramonė 4.0* susijusių veiksnių (informuotumo, domėjimosi, pasirengimo) ir saugumo dėl darbo vietos.
- *Tiesinė regresinė analizė* - pasitelkiama įvertinti kaip su *Pramonė 4.0* susiję veiksniai įtakoja Lietuvos biomedicinos sektoriaus darbuotojų saugumą dėl darbo vietos.
- *Dviejų nepriklausomų imčių t testas ir Mann Whitney U testas* - naudojami įvertinti, ar informuotumas, domėjimasis ir pasirengimas *Pramonė 4.0* bei saugumas dėl darbo vietos skiriasi priklausomai nuo respondentų: lyties, darbovietės privačiame/viešame sektoriuje.
- *Dispersinė analizė ANOVA ir Kruskal-Wallis testas* - pasitelkiami įvertinti, ar informuotumas, domėjimasis ir pasirengimas *Pramonė 4.0* bei saugumas dėl darbo vietos skiriasi priklausomai nuo respondentų: amžiaus, išsilavinimo, patirties dirbant biomedicinos sektoriuje, darbovietės dydžio, užimamų pareigų.

5. SU PRAMONĖ 4.0 SUSIJUSIŲ VEIKSNIŲ ĮTAKOS SAUGUMUI DĖL DARBO VIETOS TYRIMO REZULTATAI

Šioje magistro darbo dalyje pateikiami tyrimo rezultatai ir jų apibendrinimas.

5.1 Kokybinio tyrimo rezultatai

Pusiau struktūruotas interviu su ekspertais buvo atliktas laikotarpiu nuo 2021 m. sausio 18 d. iki 2021 m. vasario 5 d. Iš viso buvo apklausti 3 biomedicinos ekspertai (2 iš viešojo ir 1 iš privataus sektoriaus). Kiekvienam ekspertui buvo užduoti 4 klausimai:

1. Trumpai pakomentuokite, ar pritariate šiai prielaidai: „Darbuotojų pasirengimą *Pramonė 4.0* apsprendžia jų turimi įgūdžiai ir perkvalifikavimo potencialas“.
2. Pateikite savo nuomonę apie šių įgūdžių/gebėjimų svarbą modernioje (ateities) biomedicinoje (paeiliui vadinama: *analitinis mąstymas, inovatyvus mąstymas (gebėjimas generuoti naujas idėjas), gebėjimas aktyviai mokytis ir kurti naujas mokymosi strategijas, gebėjimas spręsti problemas kompleksiskai (t.y. gebėjimas matyti bendrą vaizdą ir analizuoti problemas taikant daugialypį požiūrį), kritinis mąstymas ir gaunamos informacijos analizė, gebėjimas priimti kūrybiškus ir originalius sprendimus, lyderystės įgūdžiai (gebėjimas motyvuoti ir įgalinti aplinkinius), gebėjimas perprasti ir naudotis skaitmeninėmis technologijomis, skaitmeninių technologijų kūrimo ir programavimo įgūdžiai, atsparumo stresui įgūdžiai, kognityvinio lankstumo įgūdžiai (gebėjimas pritaikyti turimas žinias įvairioms situacijoms)*).
3. Pateikite savo nuomonę apie šių savybių ir įgūdžių svarbą sėkmingam darbuotojų perkvalifikavimui (paeiliui vadinama: *atvirumas naujovėms, noras mokytis, gebėjimas adaptuotis, laiko planavimo įgūdžiai*).
4. Kaip manote, ar Lietuvos biomedicinos sektoriaus darbuotojų pasirengimas *Pramonė 4.0* turi įtakos jų karjeros galimybėms Lietuvoje? Tarptautinės karjeros galimybėms?

Biomedicinos ekspertų atsakymai pateikti 7, 8, 9, 10 lentelėse žemiau.

7 lentelė

Interviu su ekspertais (1 klausimas)

Trumpai pakomentuokite, ar pritariate šiai prielaidai: „Darbuotojų pasirengimą <i>Pramonė 4.0</i> apsprendžia jų turimi įgūdžiai ir perkvalifikavimo potencialas“.		
Respondentas Nr. 1	Respondentas Nr. 2	Respondentas Nr. 3
Pritariu iš esmės. Tuo pačiu labai svarbu asmenybės, linkusios keistis, mokytis, priimti naujus iššūkius. Šios savybės svarbios ne tik įmonės vadovams, bet ir visam kolektyvui.	Pilnai sutinku, tačiau manau, lankstumas reikalingas „skaitmenizavimo“ dalies įsisavinimui. Mano nuomone, biomedicinos srityje, specializuotos ekspertinės žinios, yra pagrindas. Gamtos objektai, su kuriais dirba biomedicinos srities ekspertai nekinta lyginant su naudojamais įrankiais.	Pritariu.

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kokybinio tyrimo rezultatais.

8 lentelė

Interviu su ekspertais (2 klausimas)

Pateikite savo nuomonę apie šių įgūdžių/gebėjimų svarbą modernioje (ateities) biomedicinoje.			
Įgūdis/gebėjimas	Respondentas Nr. 1	Respondentas Nr. 2	Respondentas Nr. 3
ANALITINIS MĄSTYMAS	Labai svarbu. Šiuo metu kiekvienoje veikloje neapsiribojama vienu elementariu darbinio veiksmu, tad matyti savo atliekamą darbą platesniame kontekste, gebėti įvertinti jo vertę, analizuoti atliekamo darbo poveikį kitiems darbiniais procesams yra be galo svarbu.	Svarbu. Vienas pirmųjų žingsnių skaitmenizavimo diegime – duomenų atvaizdavimas ir iš to sekančių išvalgų pritaikymas gamybos/veiklos procesuose.	Svarbus. Sprendimai priimami remiantis duomenimis. Plėtojant DI sistemas, augs poreikis kritiškai vertinti jų siūlomus sprendimus, suprasti jų veikimo principus ir rizikas, saugiai pritaikant praktikoje.
INOVATYVUS MĄSTYMAS (GEBĖJIMAS GENERUOTI NAUJAS IDĖJAS)	Siekiant judėti į priekį, inovatyvus mąstymas yra labai svarbu. Norėčiau pasidalinti vienu darbinio pavyzdžiu. Turime 5 automatus mėginių pirminiam paruošimui. Sutrikus kurio nors vieno veiklai, personalas nesusikalbėdavo, kuriame ieškoti nekokybiškai paruoštų mėginių. Nurodžius „antrame“, darbuotojas nevisuomet priedavo prie reikiamo prietaiso - vieni skaičiuodavo juos iš kairės, kiti iš dešinės pusės. Suteikti numeriai prietaisams t.p. nelabai gelbėjo, sunku buvo juos įsiminti. Tad suteikėme prietaisams Simpsonų filmo herojų vardus, užklįjavome jų ryškius atvaizdus, papildomai užkodavome fizines bei charakterio savybes. Šiuo metu jei pvz. sutrikusi automato, apdorojančio kaulinius audinius veikla, visi žino, kad jie buvo ruošiami „Degėlos“ procesoriumi.	Svarbus. Įgūdžiai būtini transformuojant įmones iš <i>pramonė 3.0</i> į <i>4.0</i>.	Svarbus privalumas. Augs veiklos intensyvumas, įvairovė ir neapibrėžtumas. Inovacijos būtinos lankstumui ir pažangai pasiekti.

Pateikite savo nuomonę apie šių įgūdžių/gebėjimų svarbą modernioje (ateities) biomedicinoje.			
Įgūdis/gebėjimas	Respondentas Nr. 1	Respondentas Nr. 2	Respondentas Nr. 3
GEBĖJIMAS AKTYVIAI MOKYTIS IR KURTI NAUJAS MOKYMOSI STRATEGIJAS	Gebėjimas mokytis naujų veiklų svarbu visiems, tačiau kurti mokymosi strategijas - specialistams. Tai labai specifiška, papildomų žinių reikalaujanti veikla.	Labai svarbus. Patrauklių ir įtraukiančių mokymo strategijų kūrimas yra būtina transformacijos dalis. <i>Pramonė 4.0</i> sistemos bus daugiapakopės ir sudėtingos. Siekiant optimalaus žmonių „įsitraukimo“ į įmonių transformacijos procesą ir tapimą naujos kartos įmonės dalimi, efektyvūs mokymai yra būtini.	Biomedicinoje tai nėra naujas poreikis. Esant sparčiai žinių ir technologijų pažangai, tai yra neišvengiamas „mokymosi visą gyvenimą“ procesas.
GEBĖJIMAS SPREŠTI PROBLEMAS KOMPLEKSIŠKAI (T.Y. GEBĖJIMAS MATYTI BENDRĄ VAIZDĄ IR ANALIZUOTI PROBLEMAS TAIKANT DAUGIALYPI POŽIŪRĮ)	Labai svarbu. Tai man siejasi su analitiniu mąstymu. Didžiojoje dalyje mus šiandien supančių veiklų, ypač biomedicinoje, susiduriame su daugeliu veiksmų ir procesų, reikalaujančių įvairių žinių ir kompetencijų įtakančių mūsų darbą, todėl kompleksinis požiūris ypatingai svarbus.	Labai svarbus. Kadangi <i>Pramonė 4.0</i> veiklose gamybos/veiklos proceso metu paraleliai dalyvaus daugelio sričių atstovai (klientų aptarnavimas, logistika, gamyba, kokybės kontrolė) būtini įgūdžiai, leidžiantys matyti platesnį, labiau integruotą, proceso vaizdą.	Jau dabar taikomos įvairios biomedicinos technologijos generuoja didelį informacijos kiekį, reikalingą paciento gydymui. DI algoritmai ir duomenų analitikos sistemos leis lengviau apdoroti ir suvokti daugialypę informaciją, tačiau išliks holistinis specialisto požiūris į pacientą, priimant sprendimus.
KRITINIS MĄSTYMAS IR GAUNAMOS INFORMACIJOS ANALIZĖ	Be galo svarbi savybė. Idėjos, tiek dirbant kolektyve, tiek individualiai, mus pasiekia įvairios, atsirinkti tinkamiausioms svarbus kritinis mąstymas bei gaunamos informacijos analizė.	Manau, kad sutampa su „Analitinis mąstymas“.	Svarbu, tačiau persidengia su „Analitinis mąstymas“.
GEBĖJIMAS PRIIMTI KŪRYBIŠKUS IR ORIGINALIUS SPRENDIMUS	Taip, tai drąsu, bet dažnu atveju labai naudinga. Gebėjimas originaliai, kūrybiškai mąstyti veda mus visus sparčiau į priekį.	Nelabai svarbus. Biomedicinos sritis yra griežtai reglamentuojama, dažniausiai veiklai taikomų rekomendacijų suvestinės parengia reguliatorinės institucijos.	Manau, šis gebėjimas yra svarbus bendru požiūriu, ypač optimizuojant procesus. Antra vertus, biomedicinoje veikla yra gana griežtai reglamentuota, nėra daug laisvės originalumui praktinėje veikloje.

Pateikite savo nuomonę apie šių įgūdžių/gebėjimų svarbą modernioje (ateities) biomedicinoje.			
Įgūdis/gebėjimas	Respondentas Nr. 1	Respondentas Nr. 2	Respondentas Nr. 3
LYDERYSTĖS ĮGŪDŽIAI (GEBĖJIMAS MOTYVUOTI IR ĮGALINTI APLINKINIUS)	Ši savybė svarbi vadovams, vadovaujančiam personalui. Geras pavyzdys, kai vadovas ieško sprendimų kartu su kolektyvu, išklauso ir išgirsta visus, vėliau išgrynindamas visas idėjas geba motyvuoti kolektyvą tolimesnėms veikloms.	Svarbu. Jei kalbama apie transformacijos periodą, lyderystė labai svarbi. Kiekvienas pokytis ar naujos technologijos įdiegimas susiduria su personalo pasipriešinimu – tai žmogiška. Tik kokybiškų mokymų, lyderystės, įkvėpiančio argumentavimo kombinacija galima pasiekti transformaciją.	Šis gebėjimas yra svarbus bendru požiūriu ir dabar. Tai nėra naujas ar išskirtinis poreikis.
GEBĖJIMAS PERPRASTI IR NAUDOTIS SKAITMENINĖMIS TECHNOLOGIJOMIS	Šiame laikmetyje ypatingai svarbu. Skaitmeninių technologijų sprendimai palengvina, pagreitina daugelį techninių darbų, palikdami daugiau laiko kūrybai bei analizei.	Labai svarbus. <i>Pramonė 4.0</i> virsmas paremtas skaitmenizavimu, tad skaitmeninių technologijų ir jų veikimo principų perpratimas yra būtinas.	Labai svarbus. Didžioji dalis, ypač vyresnio amžiaus personalo neturi bazinio išsilavinimo skaitmeninėse technologijose, sunkiau priima naujoves ir įsisavina skaitmenines technologijas.
SKAITMENINIŲ TECHNOLOGIJŲ KŪRIMO IR PROGRAMAVIMO ĮGŪDŽIAI	Tai labiau specializuota veikla. Biomedicinos srityje, tobulėjant technologijoms, specialistai labai specializuojasi, gilinasi į vis siauresnę sritį, „neria gylyn“, tad plačiai aprėpti visų jų darbą įtakančių sričių nėra galimybių. Manau ir netikslinga.	Svarbu. Visiems darbuotojams nereikia būti ekspertais, tačiau suprasti programavimo kalbų pagrindus / logines sekas yra labai svarbu.	Svarbu. Yra didelis šio personalo stygius Lietuvos biomedicinoje. Ne tik kuriant naujas technologijas, bet ir diegiant bei palaikant kitur sukurtas. Tai sukelia didelę stagnacijos ir galimų krizių riziką Lietuvos biomedicinoje.
ATSPARUMO STRESUI ĮGŪDŽIAI	Taip, tai svarbu. Visapusiškai, tiek darbe, tiek asmeniniame gyvenime. Savybė labai svarbi siekiant savo tikslų bei svajonių.	Mažiau svarbu. Didinant skaitmenizacijos laipsnį, daugės automatinių sprendimų (<i>machine learning</i>), ko pasekoje, turėtų mažėti emocinė apkrova personalui.	Svarbu. Bet gal svarbiau darbo procesų optimizavimas išvengiant nebūtino streso ir išnaudojant naujas sklendaus darbo galimybes.
KOGNITYVINIO LANKSTUMO ĮGŪDŽIAI (GEBĖJIMAS PRITAIKYTI TURIMAS ŽINIAS ĮVAIRIOMS SITUACIJOMS)	Svarbu. Svarbu kartu su kūrybiniu mąstymu, analize. Greitai judančioje, nuolat kintančioje aplinkoje tai viena iš išgyvenimui būtinų svarbių savybių.	Svarbu. Prognozuojama, kad su <i>Pramonė 4.0</i> įmonėse serializacija mažės, individualizacija didės, t.y.: gamybos ir veiklos procesai turės lankščiau prisitaikyti prie skirtingų klientų poreikių.	Svarbu, bet tai nėra naujas ar išskirtinis poreikis.

Pateikite savo nuomonę apie šių įgūdžių/gebėjimų svarbą modernioje (ateities) biomedicinoje.			
Įgūdis/gebėjimas	Respondentas Nr. 1	Respondentas Nr. 2	Respondentas Nr. 3
AR GALĖTUMĖTE ĮVARDINTI DAUGIAU (ČIA NEPAMINĖTŲ) ATEIČIAI REIKALINGŲ ĮGŪDŽIŲ DIRBANT BIOMEDICINOS SRITYJE? <i>Pavyzdžiui, pasaulio ekonomikos forumas neužsimena apie kalbų mokėjimą, tačiau tikėtina, kad dirbant biomedicinos sektoriuje Lietuvoje, kalbų mokėjimas turėtų būti didelis privalumas prisitaikant prie pokyčių.</i>	Kalbų mokėjimas yra svarbu. Laisvai komunikuojant atsiveria didesnės bendradarbiavimo, kūrybos, mokymosi galimybės. Taip pat pridurčiau savybes, užtikrinančias sklandų darbą komandoje - išlavinta empatija bei pagarbus elgesys .	Labai svarbus yra gebėjimas suprantamai komunikuoti savo idėjas ir poreikius. Tikėtina, kad <i>Pramonė 4.0</i> sėkmingo skaitmenizavimo būtinas atributas bus efektyvus įvairių sričių specialistų bendradarbiavimas su IT atstovais. Labai svarbu gebėti perteikti savo idėjas ir poreikius kuriant skaitmenizuotus sprendimus . Biomedicinos atstovai ir IT atstovai mąsto skirtingai, tikėtina, vadovaujasi skirtingais loginiais modeliais, todėl „paprastas“ ir „lengvai suprantamas“ idėjų pristatymas ne biomedicinos srities atstovams yra būtinas .	Biomedicinoje anglų kalba yra pagrindinė mokslo ir komunikacijos srityje. Kitų kalbų mokėjimo poreikis aktualus tik bendraujant su pacientais, manau, naujo poreikio nėra, ypač tobulėjant DI kalbų vertimo sistemoms. Žinios ir įgūdžiai robotizacijos ir daiktų interneto srityje yra nepakankami.
Autorės pastaba: pilnai pažymėtose eilutėse išvardinti įgūdžiai į anketinę apklausą nebus įtraukiami, kadangi jų vertinimas skyrėsi tarp biomedicinos ekspertų arba įgūdžiai buvo įvertinti kaip nepakankamai reikšmingi/mažiau svarbūs.			

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kokybinio tyrimo rezultatais.

9 lentelė

Interviu su ekspertais (3 klausimas)

Pateikite savo nuomonę apie šių savybių ir įgūdžių svarbą sėkmingam darbuotojų perkvalifikavimui			
Savybė	Respondentas Nr. 1	Respondentas Nr. 2	Respondentas Nr. 3
ATVIRUMAS NAUJOVĖMS	Labai svarbu poroje su kritiniu mąstymu.	Svarbu.	Svarbu. Darbas gana griežtai reglamentuotoje biomedicinos srityje neskatina šios savybės.
NORAS MOKYTIS	Labai svarbu. Personalo, nenorinčio mokytis, naujoms kvalifikacijoms nepakviesime.	Svarbu. Biomedicinos sritis reikalauja gilių žinių.	Svarbu. Nesant tikros motyvacijos persikvalifikuoti, mokymasis nėra prasmingas.
GEBĖJIMAS ADAPTUOTIS	Labai svarbu.	Labai svarbu. Fundamentalių žinių poreikis išliks, tačiau jų pateikimo ar duomenų gavimo principai gali dažnai kisti, dėl to reikalingas lankstumas pritaikant fundamentalias žinias.	Svarbu , bet nėra išskirtinė savybė.
LAIKO PLANAVIMO ĮGŪDŽIAI	Labai svarbu visiems ir visada. Laiko planavimas įtakoja tiek asmeninį, tiek kolektyvinį veiklų efektyvumą.	Svarbu.	Svarbu, kaip ir bet kurioje veikloje.
AR GALĖTUMĖTE ĮVARDINTI DAUGIAU (ČIA NEPAMINĖTŲ) DARBUOTOJŲ SAVYBIŲ AR ĮGŪDŽIŲ, SVARBIŲ IR AKTUALIŲ SĖKMINGAM JŲ PERKVALIFIKAVIMUI?	Ne.	Ne.	Ne.

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kokybinio tyrimo rezultatais.

10 lentelė

Interviu su ekspertais (4 klausimas)

Kaip manote, ar Lietuvos biomedicinos sektoriaus darbuotojų pasirengimas <i>Pramonė 4.0</i> turi įtakos jų karjeros galimybėms Lietuvoje? Tarptautinės karjeros galimybėms?		
Respondentas Nr. 1	Respondentas Nr. 2	Respondentas Nr. 3
Be abejonės, taip.	Mano asmeninė nuomone, dauguma biomedicinos srities darbuotojų yra aukšto kvalifikacinio laipsnio/ išsilavinimo. Reikiamų savybių pagrindai būna įdiegti universitetinių ar kolegijų studijų metu. Mano subjektyvia nuomone, <i>Pramonė 4.0</i> sprendinių diegimas biomedicinos įmonėse Lietuvoje, ko gero, užtruks artimiausius 10 metų, tad neišvengimas kasdienio gyvenimo skaitmenizavimas pokyčius darbe padarys labiau priimtinus (esamiems specialistams), o atitinkamai adaptuojamos studijų programos į darbo rinką atves dar labiau <i>Pramonė 4.0</i> prisitaikiusių specialistų.	Šiandien - nelabai. Manau, kad Lietuvos biomedicinos sektoriaus darbuotojų ir organizacijų pasirengimas <i>Pramonė 4.0</i> iššūkiams yra žemas. Daugelis darbuotojų yra „perdege“ daugelį metų dirbdami biurokratizuotoje ir neefektyvioje aplinkoje, yra susikoncentravę į savo tiesiogines pareigas ir „neturi laiko“ naujovėms. Panašiai ir organizacijų vadovybės dėmesys inovacijoms yra oportunistinis, nėra suvoktos ir sistemingai siekiamos <i>Pramonė 4.0</i> teikiamos galimybės. Nors pasirengusių darbuotojų poreikis biomedicinoje yra, darbo vietos kituose ekonomikos sektoriuose yra konkurencingesnės.

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kokybinio tyrimo rezultatais.

Pagal respondentų atsakymus, buvo sudarytas sąrašas: „Svarbiausi rytdienos įgūdžiai biomedicinoje“ (žiūrėti 11 lentelę). Šis sąrašas bus naudojamas anketinės apklausos konstrukte, siekiant nustatyti Lietuvos biomedicinos sektoriaus darbuotojų pasirengimą *Pramonė 4.0*.

11 lentelė

„Svarbiausi rytdienos įgūdžiai biomedicinoje“

„Svarbiausi rytdienos įgūdžiai biomedicinoje“		
Įgūdis	Į konstruklą įtraukiama/ neįtraukiama?	Perfrazavimas
Analitinis mąstymas	Įtraukiama	Perfrazuota į „Analitinis./kritinis mąstymas“
Inovatyvus mąstymas (gebėjimas generuoti naujas idėjas)	Įtraukiama	Nereikalingas
Gebėjimas aktyviai mokytis ir kurti naujas mokymosi strategijas	Įtraukiama	Perfrazuota į „Gebėjimas aktyviai mokytis“
Gebėjimas spręsti problemas kompleksiskai (t.y. gebėjimas matyti bendrą vaizdą ir analizuoti problemas taikant daugialypį požiūrį)	Neįtraukiama (kadangi siejasi su „analitinis mąstymas“)	-
Kritinis mąstymas ir gaunamos informacijos analizė	Neįtraukiama (kadangi siejasi su „analitinis mąstymas“, bus naudojama bendrai)	-

„Svarbiausi rytdienos įgūdžiai biomedicinoje“		
Gebėjimas priimti kūrybiškus ir originalius sprendimus	Neįtraukiama (kadangi biomedicinos sektorius yra griežtai reglamentuotas)	-
Lyderystės įgūdžiai (gebėjimas motyvuoti ir įgalinti aplinkinius)	Įtraukiama	Nereikalingas
Gebėjimas perprasti ir naudotis skaitmeninėmis technologijomis	Įtraukiama	Nereikalingas
Skaitmeninių technologijų kūrimo ir programavimo įgūdžiai	Neįtraukiama (kadangi taikoma tik specialiniam personalui)	-
Atsparumo stresui įgūdžiai	Neįtraukiama (kadangi efektyvus išmanių technologijų panaudojimas turėtų sumažinti patiriamą stresą)	-
Kognityvinio lankstumo įgūdžiai (gebėjimas pritaikyti turimas žinias įvairioms situacijoms)	Įtraukiama	Nereikalingas
Papildomai į konstrukta įtraukiami įgūdžiai	1. Suprantamas ir aiškus idėjų/poreikių pristatymas (komunikavimas); 2. Empatijos įgūdžiai; 3. Anglų kalbos naudojimo įgūdžiai.	

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kokybinio tyrimo rezultatais.

5.2 Kiekybinio tyrimo rezultatai

5.2.1 Dalyviai

Iš viso kiekybiniame tyrime (anketinėje apklausoje) dalyvavo 102 Lietuvos biomedicinos sektoriaus darbuotojai (N=102). **49%** visų apklaustųjų priklauso amžiaus kategorijai nuo 18 iki 35 metų. Net **75.5%** apklaustų respondentų yra įgiję aukštąjį universitetinį išsilavinimą. Tyrimo dalyvių pasiskirstymas pagal demografinius rodiklius pavaizduotas 12 lentelėje.

12 lentelė

Tyrimo dalyvių pasiskirstymas pagal demografinius rodiklius

	Apklaustųjų skaičius (N)	Apklaustųjų skaičius (%)
Lytis		
Vyras	50	49
Moteris	52	51
Amžius		
18-35 m.	50	49
36-50 m.	33	32.4
51-70 m.	19	18.6
Išsilavinimas		
Vidurinis	1	1
Profesinis	1	1
Aukštesnysis neuniversitetinis	23	22.5
Aukštasis universitetinis	77	75.5

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kiekybinio tyrimo rezultatais.

Daugiausiai apklaustų respondentų (**36.3%**) nurodė dirbantys biomedicinos srityje 15 metų ir daugiau. Didžioji dalis apklausos dalyvių pažymėjo dirbantys vidutinio dydžio įmonėje (**58.8%**), daugiau nei pusė apklaustųjų nurodė užimantys specialisto pareigas (**57.8%**). Tyrimo dalyvių pasiskirstymas pagal darbo biomedicinos sektoriuje specifiką ir patirtį pavaizduotas 13 lentelėje.

13 lentelė

Tyrimo dalyvių pasiskirstymas pagal darbo biomedicinos sektoriuje specifiką ir patirtį

	Apklaustųjų skaičius (N)	Apklaustųjų skaičius (%)
Patirtis biomedicinos srityje		
1-4 m.	21	20.6
5-9 m.	29	28.4
10-14 m.	15	14.7
15 m. ir daugiau	37	36.3
Darbovietė		
Privati įmonė	56	54.9
Valstybinė įmonė	46	45.1
Įmonės dydis		
Maža (10-49 darbuotojai)	16	15.7
Vidutinė (50-249 darbuotojai)	60	58.8
Didelė (250 ir daugiau darbuotojų)	26	25.5
Užimamos pareigos		
Pagalbinis/techninis darbuotojas	18	17.6
Specialistas	59	57.8
Grupės/skyriaus vadovas	11	10.8
Padalinio vadovas	13	12.7
Įstaigos vadovas	1	1

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kiekybinio tyrimo rezultatais.

5.2.2 Informuotumas

Darbuotojų informuotumas *Pramonė 4.0* tematika buvo vertinamas pagal jų susipažinimo lygį su įvairiomis *Pramonė 4.0* technologijomis/reiškiniais, atrinktais pagal mokslinės literatūros apžvalgos rezultatus. Respondentų buvo prašoma nurodyti informuotumą apie kiekvieną iš 14 sąrašė pateiktų technologijų/reiškinų, pasirenkant 1 iš 3 atsakymo variantų: “pirmą kartą girdžiu”, “esu girdėjęs”, “seku naujienas”. Bendro informuotumo įverčiai gali svyruoti nuo 14 iki 42 (kuo žemesnis įvertis – tuo prastesnis informuotumas). Kadangi apklausoje dalyvavo 102 respondentai (N=102), minimalus bendro informuotumo balas galėjo būti **1428** (14*102), maksimalus – **4284** (42*102). Tyrimo rezultatai atskleidė, kad bendras informuotumo lygis yra pakankamai aukštas (bendras įvertis **3241**), žiūrėti 6 paveikslą.

6 paveikslas – Informuotumas apie *Pramonę 4.0* (sudaryta autorės, pagal kiekybinio tyrimo rezultatus)

Be bendro informuotumo apie *Pramonę 4.0*, buvo norima įvertinti, kurios *Pramonę 4.0* technologijos/reiškiniai yra geriausiai ir prasčiausiai pažįstami Lietuvos biomedicinos sektoriaus darbuotojams. 14 lentelėje pateikti apklausos rezultatai, ištryškintos tos technologijos ir reiškiniai, kuriuos yra girdėję/seka susijusias naujienas daugiau nei 90% visų apklaustųjų (**3D spausdinimas, dirbtinis intelektas, procesų skatmenizacija, robotika, virtuali realybė**).

14 lentelė

Tyrimo dalyvių informuotumas apie Pramonę 4.0 technologijas

	Yra girdėję/ Seka naujienas (%)	Nėra girdėję (%)
3D spausdinimas	98	2
Daiktų internetas (angl. Internet of things/IoT)	74.5	25.5
Debesų kompiuterija (angl. cloud computing)	82.4	17.6
Didieji duomenys (angl. big data)	74.5	25.5
Dirbtinis intelektas	98	2
Išmanieji jutikliai (angl. smart sensors)	80.4	19.6
Išmanioji gamykla (angl. smart factory)	73.5	26.5
Išplėstinė (papildyta) realybė (angl. augmented reality)	60.8	39.2
Kibernetinė sauga	83.3	16.7
Mašininis mokymasis	65.7	34.3
Nešiojami įtaisai (angl. wearable devices)	79.4	20.6
Procesų skaitmenizacija	96.1	3.9
Robotika	100	0
Virtuali realybė	100	0
Žmogaus ir mašinos sąsaja (angl. human-machine interface)	75.5	24.5

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kiekybinio tyrimo rezultatais.

Siekiant išsiaiškinti kaip informuotumas apie *Pramonę 4.0* skiriasi tarp nepriklausomų kintamųjų, nustatyta, kad statistiškai reikšmingų skirtumų esama tarp amžiaus grupių, įgyto išsilavinimo ir darbo patirties biomedicinos sektoriuje (žiūrėti 15 lentelę). Pagal *Mann Whitney U* testo rezultatus nustatyta, kad 18-35 m. amžiaus (**M=60.0**) respondentai apie *Pramonę 4.0* yra labiau informuoti lyginant su 36-50 m. amžiaus (**M=43.9**) respondентаis (**p=0.015**) ir 51-70 m. amžiaus (**M=42.3**) respondентаis (**p=0.028**). Aukštąjį universitetinį išsilavinimą (**M=54.7**) įgiję respondentai yra labiau informuoti už aukštesnįjį neuniversitetinį išsilavinimą (**M=36.4**) turinčius biomedicinos sektoriaus darbuotojus (**p=0.008**). Tyrimo rezultatai taip pat atskleidė, kad labiausiai

apie *Pramonę 4.0* informuoti yra 5-9 metų darbo patirtį biomedicinos sektoriuje turintys darbuotojai (**M=65.3**), jie yra labiau informuoti už ≥ 15 metų (**M=44.9**) darbo patirtį turinčius darbuotojus (**p=0.005**).

15 lentelė

Informuotumas apie Pramonę 4.0 (skirtumai tarp nepriklausomų kintamųjų)

Lytis	Darbovietė (privatus ir viešas sektoriai)	Amžius	Išsilavinimas	Patirtis biomedicinos sektoriuje	Darbovietės dydis	Užimamos pareigos
Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų	Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų	Yra statistiškai reikšmingų skirtumų	Yra statistiškai reikšmingų skirtumų	Yra statistiškai reikšmingų skirtumų	Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų	Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų
<i>Mann Whitney U</i> p=0.058	<i>KW</i> $\chi^2(1)=0.42$ p=0.837	<i>KW</i> $\chi^2(2)=8.151$ p=0.017	<i>Mann Whitney U</i> p=0.008	<i>KW</i> $\chi^2(3)=8.996$ p=0.029	<i>KW</i> $\chi^2(2)=1.583$ p=0.453	<i>KW</i> $\chi^2(3)=4.412$ p=0.220
Pastaba: kadangi apklausoje dalyvavo tik po 1 respondentą su viduriniu ir profesiniu išsilavinimu, skirtumų buvo ieškota tarp aukštesnįjį neuniversitetinį (22.5% apklaustųjų) ir aukštąjį universitetinį (75.5% apklaustųjų) išsilavinimą turinčių biomedicinos sektoriaus darbuotojų.						

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kiekybinio tyrimo rezultatais.

5.2.3 Domėjimasis

Autorės sudaryto (nevaliduoto) klausimyno, matuojančio domėjimąsi *Pramone 4.0*, teiginių suderintumas buvo patikrintas nustatant Cronbacho alfa (angl. Cronbach's alpha) koeficientą. Gauta Cronbach's alpha reikšmė – **0.931** (žiūrėti 16 lentelę), todėl klausimyną galima laikyti patikima priemone domėjimuisi *Pramone 4.0* matuoti.

16 lentelė

Domėjimosi Pramonę 4.0 klausimyno teiginių suderintumas

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.931	6

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kiekybinio tyrimo rezultatais.

Domėjimasis buvo matuojamas 6 teiginiais, kiekvienas iš jų galėjo būti vertinamas nuo 1 („visiškai nesutinku“) iki 5 („visiškai sutinku“). Kuo žemesnis įvertis - tuo mažesnis domėjimasis. Norint nustatyti bendrą domėjimosi *Pramone 4.0* lygį tarp biomedicinos darbuotojų Lietuvoje, pagal apklausos dalyvių skaičių apskaičiuoti minimalus **612** ($6 \cdot 1 \cdot 102$) ir maksimalus **3060** ($6 \cdot 5 \cdot 102$) bendro domėjimosi įverčiai. Tyrimo rezultatai atskleidė, kad bendras domėjimo lygis yra vidutinis (bendras įvertis **1943**), žiūrėti 7 paveikslą.

7 paveikslas – Domėjimasis *Pramonė 4.0* (sudaryta autorės, pagal kiekybinio tyrimo rezultatus)

Siekiant išsiaiškinti kaip domėjimasis *Pramonė 4.0* skiriasi tarp nepriklausomų kintamųjų, pagal dvių nepriklausomų imčių *t* testo ir dispersinės analizės ANOVA rezultatus nustatyta, kad statistiškai reikšmingų skirtumų nėra (žiūrėti 17 lentelę).

17 lentelė

Domėjimasis Pramonė 4.0 (skirtumai tarp nepriklausomų kintamųjų)

Lytis	Darbovietė (privatus ir viešas sektoriai)	Amžius	Išsilavinimas	Patirtis biomedicinos sektoriuje	Darbovietės dydis	Užimamos pareigos
Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų	Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų	Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų	Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų	Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų	Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų	Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų
t(100)=-1.218 p=0.226	t(100)=0.108 p=0.914	F(2)=0.936 p=0.396	t(98)=-1.352 p=0.180	F(3)=0.487 p=0.692	F(2)=0.865 p=0.424	F(4)=0.932 p=0.449
Pastaba: kadangi apklausoje dalyvavo tik po 1 respondentą su viduriniu ir profesiniu išsilavinimu, skirtumų buvo ieškota tarp aukštesnįjį neuniversitetinį (22.5% apklaustųjų) ir aukštąjį universitetinį (75.5% apklaustųjų) išsilavinimą turinčių biomedicinos sektoriaus darbuotojų..						

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kiekybinio tyrimo rezultatais.

5.2.4 Pasirengimas

Pasirengimas *Pramonė 4.0* buvo matuotas dviem aspektais – nustatant turimų įgūdžių vertinimą ir perkvalifikavimo potencialą (polinkį persikvalifikuoti).

Įgūdžiai

Siekiant nustatyti bendrą įgūdžių ir gebėjimų lygį, respondentų buvo prašoma įvertinti savo turimus įgūdžius pagal pateiktą sąrašą (“Svarbiausi rytdienos įgūdžiai biomedicinoje”), nuo 1 (vertinimas “labai blogai, šių įgūdžių neturiu”) iki 5 (vertinimas “puikiai, šių įgūdžių taikymas man visados padeda darbus atlikti sėkmingai”). Kadangi apklausoje dalyvavo 102 respondentai (N=102), bendras kiekvieno įgūdžio/gebėjimo įvertis gali svyruoti nuo **102** (1*102) iki **510** (5*102). 18 lentelėje pateikti bendri kiekvieno įgūdžio/gebėjimo įverčiai. Visų jų bendras įvertis viršija 300, vadinasi, bendras Lietuvos biomedicinos sektoriaus darbuotojų turimų įgūdžių vertinimas yra aukštesnis nei vidutinis. Aukščiausiai (bendras įvertis >380) buvo įvertinti **empatijos** ir **aktyvaus mokymosi** įgūdžiai. Žemiausiai (bendras įvertis <360) buvo vertinami **inovatyvaus mąstymo, idėjų ir poreikių komunikavimo** bei **lyderystės** įgūdžiai.

18 lentelė

Bendras turimų įgūdžių vertinimas

Įgūdis/gebėjimas	Bendras įvertis (N=102)
Analitinis/kritinis mąstymas	377
Inovatyvus mąstymas (naujų idėjų generavimas)	356
Aktyvus mokymasis	382
Lyderystė	326
Skaitmeninių technologijų įgūdžiai	377
Kognityvinis lankstumas	370
Idėjų/poreikių komunikavimas	353
Empatija	383
Anglų kalba	366

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kiekybinio tyrimo rezultatais.

Siekiant išsiaiškinti kaip turimų įgūdžių vertinimas skiriasi tarp nepriklausomų kintamųjų, pagal dviejų nepriklausomų imčių *t* testo ir dispersinės analizės ANOVA rezultatus nustatyta, kad statistiškai reikšmingų skirtumų esama tarp amžiaus grupių, įgyto išsilavinimo ir užimamų pareigų (žiūrėti 19 lentelę). Pritaikius Bonferroni testą, nustatyta, kad 18-35 m. amžiaus (**M=3.77**) respondentai savo įgūdžius vertina palankiau lyginant su 51-70 m. amžiaus (**M=3.16**) respondентаis (**p=0.004**). Aukštąjį universitetinį išsilavinimą (**M=3.77**) įgiję respondentai turimus įgūdžius vertina labiau teigiamai nei aukštesnįjį neuniversitetinį išsilavinimą (**M=3.07**) turintys biomedicinos sektoriaus darbuotojai (**p ≤ 0.01**). Nustatyta, kad prasčiausiai turimus įgūdžius vertina pagalbiniai/techniniai darbuotojai (**M=3.14**). Jie, lyginant su padalinių vadovais (**M=3.94**), turimus įgūdžius vertina prasčiau (**p=0.010**).

19 lentelė

Turimų įgūdžių vertinimas (skirtumai tarp nepriklausomų kintamųjų)

Lytis	Darbovietė (privatus ir viešas sektoriai)	Amžius	Išsilavinimas	Patirtis biomedicinos sektoriuje	Darbovietės dydis	Užimamos pareigos
Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų	Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų	Yra statistiškai reikšmingų skirtumų	Yra statistiškai reikšmingų skirtumų	Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų	Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų	Yra statistiškai reikšmingų skirtumų
t(100)=-0.160 p=0.873	t(100)=0.145 p=0.885	F(2)=5.450 p=0.006	t(98)=-4.682 p ≤ 0.01	F(3)=1.931 p=0.130	F(2)=2.264 p=0.109	F(3)=4.126 p=0.008
Pastaba: kadangi apklausoje dalyvavo tik po 1 respondentą su viduriniu ir profesiniu išsilavinimu, skirtumų buvo ieškota tarp aukštesnįjį neuniversitetinį (22.5% apklaustųjų) ir aukštąjį universitetinį (75.5% apklaustųjų) išsilavinimą turinčių biomedicinos sektoriaus darbuotojų..						

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kiekybinio tyrimo rezultatais.

Perkvalifikavimo potencialas

Autorės sudaryto (nevaliduoto) klausimyno, matuojančio perkvalifikavimo potencialą, teiginių suderintumas buvo patikrintas nustatant Cronbacho alfa (angl. Cronbach's alpha) koeficientą. Gauta Cronbach's alpha reikšmė – **0.903** (žiūrėti 20 lentelę), todėl klausimyną galima laikyti patikima priemone polinkio persikvalifikuoti matavimui.

20 lentelė

Perkvalifikavimo potencialo klausimyno teiginių suderintumas

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.903	12

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kiekybinio tyrimo rezultatais.

Polinkis persikvalifikuoti buvo matuojamas 12 teiginių, kiekvienas iš jų galėjo būti vertinamas nuo 1 („visiškai nesutinku“) iki 5 („visiškai sutinku“). Kuo žemesnis įvertis - tuo mažesnis polinkis persikvalifikuoti. Kadangi apklausoje dalyvavo 102 respondentai (N=102), bendras polinkio persikvalifikuoti įvertis gali svyruoti nuo **1224** ($12 \cdot 1 \cdot 102$) iki **6120** ($12 \cdot 5 \cdot 102$). 8 paveiksle iliustruotas bendras Lietuvos biomedicinos sektoriaus darbuotojų polinkio persikvalifikuoti (perkvalifikavimo potencialo) lygis (bendras įvertis **4478**).



8 paveikslas – Polinkis persikvalifikuoti (sudaryta autorės, pagal kiekybinio tyrimo rezultatus)

Siekiant išsiaiškinti kaip polinkis persikvalifikuoti (perkvalifikavimo potencialas) skiriasi tarp nepriklausomų kintamųjų, pagal *dvių nepriklausomų imčių t testo* ir *dispersinės analizės ANOVA* rezultatus nustatyta, kad statistiškai reikšmingų skirtumų esama tarp amžiaus grupių, įgyto išsilavinimo ir darbo patirties biomedicinos sektoriuje (žiūrėti 21 lentelę). Pritaikius Bonferroni testą, nustatyta, kad kad 18-35 m. amžiaus (**M=3.91**) respondentai yra labiau linkę persikvalifikuoti lyginant su 36-50 m. amžiaus (**M=3.47**) respondentais (**p=0.009**) ir su 51-70 m. amžiaus (**M=3.30**) respondentais (**p=0.002**). Aukštąjį universitetinį išsilavinimą (**M=3.78**) įgiję respondentai yra labiau linkę persikvalifikuoti už aukštesnįjį neuniversitetinį išsilavinimą (**M=3.31**) turinčius biomedicinos sektoriaus darbuotojus (**p=0.02**). Tyrimo rezultatai taip pat atskleidė, kad 5-9 metus (**M=3.99**) dirbantys respondentai yra labiau linkę persikvalifikuoti lyginant su asmenimis, turinčiais 10-14 metų (**M=3.34**, **p=0.013**) ir ≥ 15 metų (**M=3.43**, **p=0.004**) profesinę patirtį biomedicinos sektoriuje.

21 lentelė

Polinkis persikvalifikuoti (skirtumai tarp nepriklausomų kintamųjų)

Lytis	Darbovietė (privatus ir viešas sektoriai)	Amžius	Išsilavinimas	Patirtis biomedicinos sektoriuje	Darbovietės dydis	Užimamos pareigos
Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų	Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų	Yra statistiškai reikšmingų skirtumų	Yra statistiškai reikšmingų skirtumų	Yra statistiškai reikšmingų skirtumų	Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų	Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų
t(94)=-0.655 p=0.514	t(100)=-0.986 p=0.325	F(2)=8.055 p=0.001	t(29)=-2.468 p=0.02	F(3)=5.660 p=0.001	F(2)=1.886 p=0.157	F(3)=1.069 p=0.366
Pastaba: kadangi apklausoje dalyvavo tik po 1 respondentą su viduriniu ir profesiniu išsilavinimu, skirtumų buvo ieškota tarp aukštesnįjį neuniversitetinį (22.5% apklaustųjų) ir aukštąjį universitetinį (75.5% apklaustųjų) išsilavinimą turinčių biomedicinos sektoriaus darbuotojų.						

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kiekybinio tyrimo rezultatais.

5.2.5 Saugumas dėl darbo vietos

De Witte (2000) sukūrto ir validuoto klausimyno teiginių (išverstų į lietuvių kalbą) suderintumas buvo patikrintas nustatant Cronbacho alfa (angl. *Cronbach's alpha*) koeficientą. Gauta *Cronbach's alpha* reikšmė – **0.906** (žiūrėti 22 lentelę), šio tyrimo rezultatai dar kartą patvirtino, kad klausimynas yra patikima priemonė saugumui (nesaugumui) dėl darbo vietos matuoti, o teiginių vertimas į lietuvių kalbą neįtakoja jų suderintumo.

22 lentelė

Saugumo dėl darbo vietos klausimyno teiginių suderintumas

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.906	8

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kiekybinio tyrimo rezultatais.

Tyrimo rezultatai atskleidė, kad bendras Lietuvos biomedicinos sektoriaus darbuotojų saugumas dėl darbo vietos – gana aukštas, gautas bendras įvertis lygus **3043** (pagal pildytą klausimyną įvertis gali svyruoti nuo 816 iki 4080).

Siekiant įvertinti ar saugumas dėl darbo vietos skiriasi tarp nepriklausomų kintamųjų, pagal *dvių nepriklausomų imčių t testo* ir *dispersinės analizės ANOVA* rezultatus nustatyta, kad statistiškai reikšmingų skirtumų nėra (žiūrėti 23 lentelę).

23 lentelė

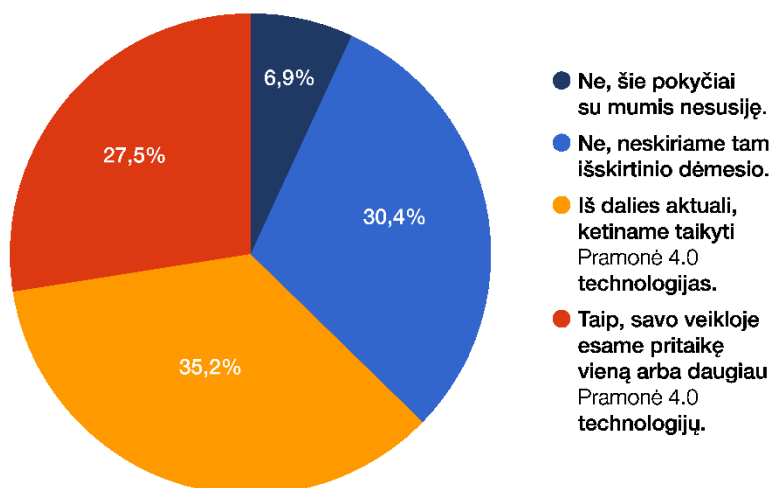
Saugumas dėl darbo vietos (skirtumai tarp nepriklausomų kintamųjų)

Lytis	Darbovietė (privatus ir viešas sektoriai)	Amžius	Išsilavinimas	Patirtis biomedicinos sektoriuje	Darbovietės dydis	Užimamos pareigos
Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų	Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų	Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų	Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų	Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų	Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų	Nėra statistiškai reikšmingų skirtumų
t(100)=-0.846 p=0.399	t(100)=-0.061 p=0.952	F(2)=3.162 p=0.044	t(98)=-1.637 p=0.105	F(3)=0.706 p=0.208	F(2)=2.357 p=0.100	F(3)=0.668 p=0.574
Pastaba: kadangi apklausoje dalyvavo tik po 1 respondentą su viduriniu ir profesiniu išsilavinimu, skirtumų buvo ieškota tarp aukštesnįjį neuniversitetinį (22.5% apklaustųjų) ir aukštąjį universitetinį (75.5% apklaustųjų) išsilavinimą turinčių biomedicinos sektoriaus darbuotojų..						

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kiekybinio tyrimo rezultatais.

5.2.6 *Pramonė 4.0* aktualumas

Tyrimo rezultatai atskleidė, kad *Pramonė 4.0* šiandien aktuali **62.7%** tyrimo dalyvių darbovietėms. **27.5%** apklaustųjų nurodė, kad šiuo metu darbovietėje taiko arba yra pritaikę bent vieną technologiją, siejamą su ketvirtąja pramonės revoliucija, dar **35.2%** pažymėjo, kad jų darbovietėje yra ruošiamasi taikyti su *Pramonė 4.0* susijusias technologijas (žiūrėti 9 paveikslą).



9 paveikslas – *Pramonė 4.0* aktualumas (sudaryta autorės pagal kiekybinio tyrimo rezultatus)

5.2.7 Ryšiai tarp domėjimosi, pasirengimo ir saugumo dėl darbo vietos

Pirmoji hipotezė

Pagal *Spearman's rho* koreliacijos koeficientą, tarp informuotumo apie *Pramonė 4.0* ir domėjimosi *Pramonė 4.0* nustatytas statistiškai reikšmingas stiprus ryšys (žiūrėti 24 lentelę).

24 lentelė

Informuotumo apie *Pramonę 4.0* ir domėjimosi *Pramonę 4.0* ryšys

Correlations				
			Informuotumas	Domėjimasis
Spearman's rho	Informuotumas	Correlation Coefficient	1.000	.744**
		Sig. (2-tailed)	.	.000
		N	102	102
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).				

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kiekybinio tyrimo rezultatais.

H₁ – Informuotumas apie *Pramonę 4.0* yra teigiamai susijęs su domėjimusi *Pramonę 4.0*. → PATVIRTINTA

Antroji hipotezė

Pagal *Pearson* koreliacijos koeficientą, tarp domėjimosi *Pramonę 4.0* ir pasirengimo *Pramonę 4.0* aspektų (turimų įgūdžių ir perkvalifikavimo potencialo) nustatyti statistiškai reikšmingi vidutinio stiprumo ryšiai (žiūrėti 25 lentelę).

25 lentelė

Domėjimosi *Pramonę 4.0* ir pasirengimo *Pramonę 4.0* ryšys

Correlations				
		Domėjimasis	Pasirengimas (perkvalifikavimas)	Pasirengimas (įgūdžiai)
Domėjimasis	Pearson Correlation	1	.514**	.454**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000
	N	102	102	102
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).				

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kiekybinio tyrimo rezultatais.

H₂ – Domėjimasis *Pramonę 4.0* yra teigiamai susijęs su pasirengimu *Pramonę 4.0*. → PATVIRTINTA

Trečioji hipotezė

Pagal *Pearson* koreliacijos koeficientą, tarp pasirengimo *Pramonę 4.0* aspektų (turimų įgūdžių ir perkvalifikavimo potencialo) ir saugumo dėl darbo vietos nustatyti statistiškai reikšmingi vidutinio stiprumo ryšiai (žiūrėti 26 lentelę).

26 lentelė

Pasirengimo Pramonė 4.0 ir saugumo dėl darbo vietos ryšys

Correlations				
		Pasirengimas (perkvalifikavimas)	Pasirengimas (įgūdžiai)	Saugumas
Saugumas	Pearson Correlation	.575**	.593**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	
	N	102	102	102
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).				

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kiekybinio tyrimo rezultatais.

H₃ – Pasirengimas Pramonė 4.0 yra teigiamai susijęs su saugumu dėl darbo vietos. → PATVIRTINTA

Patikrinus prielaidą, kad ne visų įgūdžių svarba yra vienodai susijusi su saugumu dėl darbo vietos, buvo nustatyta, kad tarp visų turimų įgūdžių vertinimo ir saugumo dėl darbo vietos egzistuoja vidutinio stiprumo statistiškai reikšmingi ryšiai ($r > 0.4$, $p \leq 0.01$), išskyrus analitinį/kritinį mąstymą (silpnas ryšys $r = 0.383$, $p \leq 0.01$), aktyvų mokymąsį (silpnas ryšys $r = 0.368$, $p \leq 0.01$) ir empatiją (silpnas ryšys $r = 0.232$, $p \leq 0.05$). Įdomumo dėlei patikrinus, ar ryšiai tarp turimų įgūdžių vertinimo ir saugumo dėl darbo vietos skiriasi tarp lyčių, buvo nustatyta, kad statistiškai reikšmingo ryšio tarp vyrų empatijos įgūdžių ir saugumo dėl darbo vietos nėra (žiūrėti 27 lentelę).

27 lentelė

Turimų įgūdžių vertinimo ir saugumo dėl darbo vietos ryšys

	Saugumas dėl darbo vietos (bendras)	Moterys	Vyrai
Analitinis/ kritinis mąstymas	$r = 0.383$, $p \leq 0.01$	$r = 0.414$, $p \leq 0.01$	$r = 0.344$, $p \leq 0.05$
Inovatyvus mąstymas (naujų idėjų generavimas)	$r = 0.517$, $p \leq 0.01$	$r = 0.585$, $p \leq 0.01$	$r = 0.454$, $p \leq 0.01$
Aktyvus mokymasis	$r = 0.368$, $p \leq 0.01$	$r = 0.328$, $p \leq 0.05$	$r = 0.417$, $p \leq 0.01$
Lyderystė	$r = 0.456$, $p \leq 0.01$	$r = 0.340$, $p \leq 0.05$	$r = 0.567$, $p \leq 0.01$
Skaitmeninių technologijų įgūdžiai	$r = 0.525$, $p \leq 0.01$	$r = 0.411$, $p \leq 0.01$	$r = 0.623$, $p \leq 0.01$
Kognityvinis lankstumas	$r = 0.525$, $p \leq 0.01$	$r = 0.487$, $p \leq 0.01$	$r = 0.558$, $p \leq 0.01$

	Saugumas dėl darbo vietos (bendras)	Moterys	Vyrai
Idėjų/ poreikių komuni-kavimas	$r = 0.536, p \leq 0.01$	$r = 0.479, p \leq 0.01$	$r = 0.628, p \leq 0.01$
Empatija	$r = 0.232, p \leq 0.05$	$r = 0.354, p \leq 0.05$	Statistiškai nereikšmingas ryšys
Anglų kalba	$r = 0.431, p \leq 0.01$	$r = 0.443, p \leq 0.01$	$r = 0.408, p \leq 0.01$

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kiekybinio tyrimo rezultatais.

Ketvirtoji hipotezė

Visi regresoriai (su *Pramonė 4.0* susiję veiksniai) statistiškai reikšmingai koreliuoja su priklausomu kintamuoju (saugumu dėl darbo vietos). Visos koreliacijos yra teigiamos, du silpni ryšiai (informuotumas ir domėjimasis) ir du vidutinio stiprumo ryšiai (turimi įgūdžiai ir perkvalifikavimo potencialas). Visi nustatyti ryšiai pavaizduoti 11 paveiksle. Siekiant nustatyti su *Pramonė 4.0* susijusių veiksmų įtaką saugumui dėl darbo vietos, sudaryta regresijos lygtis:

$$Y = C + b_1I + b_2D + b_3PI + b_4P2 + e$$

Y (priklausomas kintamasis) – saugumas dėl darbo vietos

I (regresorius) – informuotumas

D (regresorius) – domėjimasis

PI (regresorius) – pasirengimas (turimi įgūdžiai)

$P2$ (regresorius) – pasirengimas (perkvalifikavimo potencialas)

b_1, b_2, b_3, b_4 – koeficientai

C – konstanta

e – liekamoji paklaida

Nustatyta, kad regresijos modelis tinkamas analizei - determinacijos koeficientas pakankamai didelis ($R^2 > 0.20$). Nustatyta determinacijos koeficiento reikšmė $R^2 = 0.415$ (žiūrėti 28 lentelę).

28 lentelė

Determinacijos koeficientas pradinėje regresijos lygtyje

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.644 ^a	.415	.391	.53190
a. Predictors: (Constant), Pasirengimas_perkvalifikavimas, Domėjimasis, Pasirengimas_įgūdžiai, Informuotumas				
b. Dependent Variable: Saugumas				

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kiekybinio tyrimo rezultatais.

ANOVA $p < 0.01$, todėl galima daryti išvadą, kad modelyje yra bent vienas regresorius, nuo kurio priklauso saugumas dėl darbo vietos (žiūrėti 29 lentelę), tačiau pagal koeficientų lentelę nustatyta, kad ne visi regresoriai yra statistiškai reikšmingi – informuotumo ir domėjimosi t kriterijaus p reikšmės > 0.05 (atitinkamai **0.734** ir **0.990**). Dėl šios priežasties modelis patobulintas išimant informuotumą ir domėjimąsi iš lygties ir paliekant du pasirengimo *Pramonė 4.0* aspektus – turimus įgūdžius ir perkvalifikavimo potencialą.

$$\text{Patobulinta regresijos modelio lygtis} \rightarrow Y = C + b_1P1 + b_2P2 + e.$$

29 lentelė

ANOVA p reikšmė pradinėje regresijos lygtyje

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	19.465	4	4.866	17.200	.000 ^b
	Residual	27.443	97	.283		
	Total	46.909	101			
a. Dependent Variable: Saugumas						
b. Predictors: (Constant), Pasirengimas_perkvalifikavimas, Domėjimasis, Pasirengimas_įgūdžiai, Informuotumas						

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kiekybinio tyrimo rezultatais.

Iš regresijos modelio pašalinus informuotumą ir domėjimąsi, determinacijos koeficiento reikšmė išliko beveik tokia pati - $R^2 = 0.414$ (žiūrėti 30 lentelę).

30 lentelė

Determinacijos koeficientas patobulintoje regresijos lygtyje

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.643 ^a	.414	.402	.52697
a. Predictors: (Constant), Pasirengimas_perkvalifikavimas, Pasirengimas_įgūdžiai				
b. Dependent Variable: Saugumas				

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kiekybinio tyrimo rezultatais.

ANOVA p reikšmė taip pat nepakito ($p < 0.01$), todėl galima daryti išvadą, kad saugumas dėl darbo vietos priklauso nuo pasirengimo *Pramonė 4.0* (žiūrėti 31 lentelę).

31 lentelė

ANOVA p reikšmė patobulintoje regresijos lygtyje

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	19.417	2	9.709	34.962	.000 ^b
	Residual	27.492	99	.278		
	Total	46.909	101			
a. Dependent Variable: Saugumas						
b. Predictors: (Constant), Pasirengimas_perkvalifikavimas, Pasirengimas_įgūdžiai						

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kiekybinio tyrimo rezultatais.

Šiuo atveju abu regresoriai yra statistiškai reikšmingi - t kriterijaus p reikšmės mažesnės už 0.01 ($p < 0.01$). Standartizuotas Beta koeficientas nurodo, kad *turimi įgūdžiai* yra įtakingesnis regresorius ($\beta = 0.380$) už *perkvalifikavimo potencialą* ($\beta = 0.328$). Abu dispersijos mažėjimo daugikliai (VIF) yra < 4 ($VIF = 1.737$), todėl galima daryti išvadą, kad modelyje nėra multikolinearumo problemos (žiūrėti 32 lentelę). Išskirčių taip pat nėra, kadangi Kuko mato (*Cook's distance*) maksimali reikšmė yra **0.125**, vadinasi visos Kuko mato reikšmės neviršija vieneto (žiūrėti 33 lentelę).

32 lentelė

Beta koeficientas ir dispersijos mažėjimo daugikliai

Coefficients ^a								
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	1.266	.300		4.216	.000		
	Pasirengimas_įgūdžiai	.361	.096	.380	3.747	.000	.576	1.737
	Pasirengimas_perkvalifikavimas	.320	.099	.328	3.233	.002	.576	1.737

a. Dependent Variable: Saugumas

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kiekybinio tyrimo rezultatais.

33 lentelė

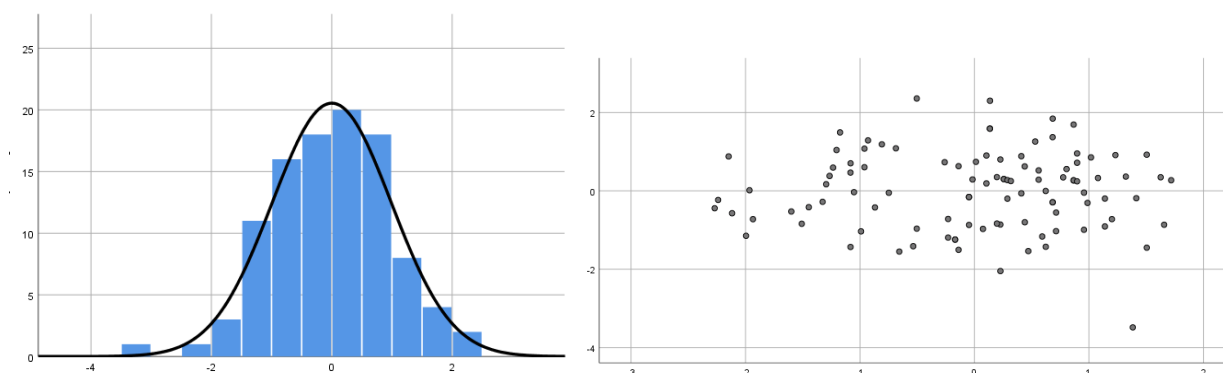
Išskirtys

Residuals Statistics ^a					
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Cook's Distance	.000	.125	.010	.016	102

a. Dependent Variable: Saugumas

Šaltinis: sudaryta darbo autorės remiantis kiekybinio tyrimo rezultatais.

Modelio duomenys atitinka normalųjį pasiskirstymą ir yra pakankamai homoskedastiški – standartizuotų liekamųjų paklaidų pasiskirstymas atitinka normalaus pasiskirstymo kreivę ir primena tolygaus storio debesėlį (žiūrėti 10 paveikslą).

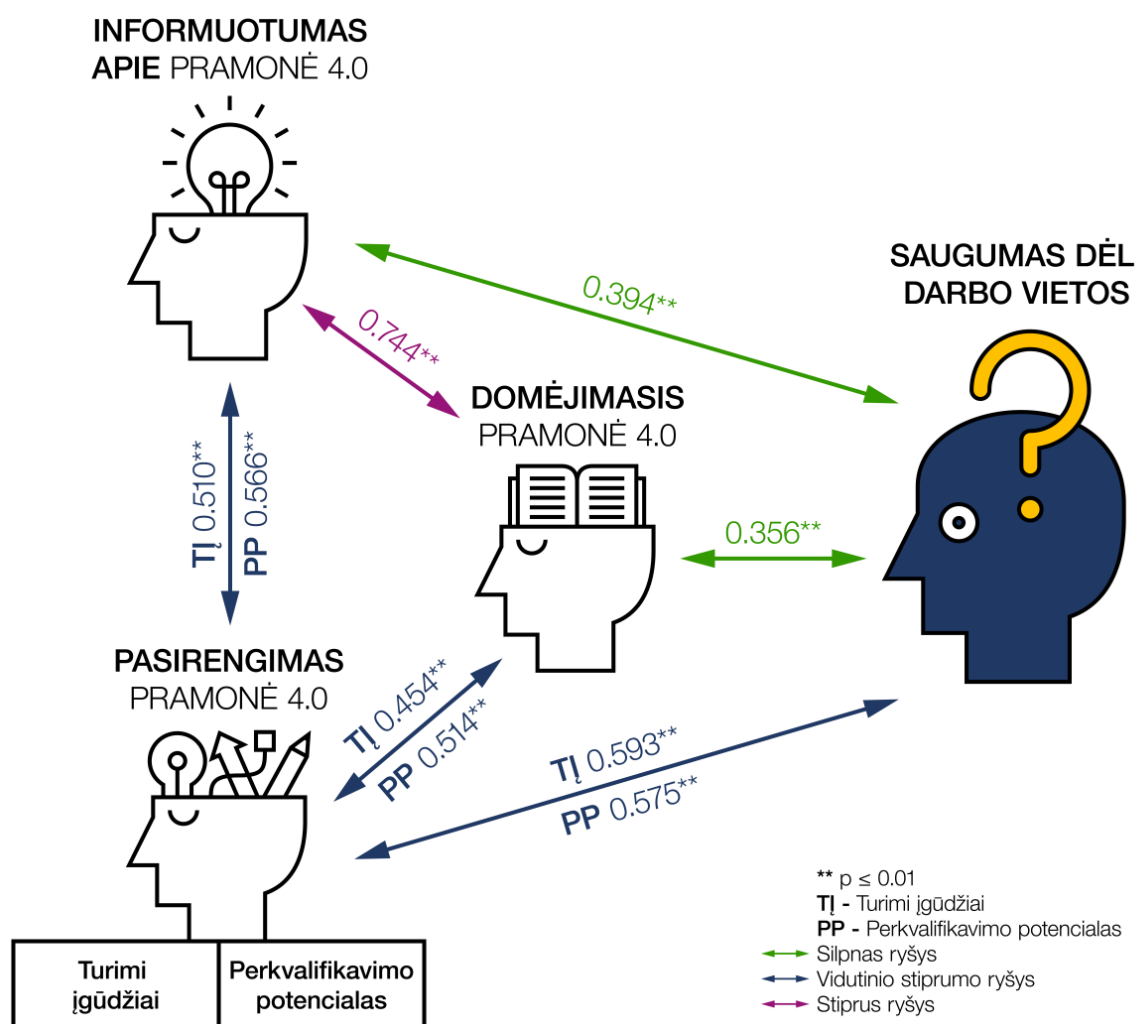


10 paveikslas – Duomenų normalusis pasiskirstymas ir homoskedastiškumas (sudaryta autorės pagal kiekybinio tyrimo rezultatus)

H₄ – Informuotumas apie *Pramonė 4.0*, domėjimasis *Pramonė 4.0* bei pasirengimas *Pramonė 4.0* (turimi įgūdžiai ir perkvalifikavimo potencialas) daro įtaką saugumui dėl darbo vietos. → **ATMESTA**
Tik pasirengimas *Pramonė 4.0* (turimi įgūdžiai ir perkvalifikavimo potencialas) statistiškai reikšmingai įtakoja saugumą dėl darbo vietos.

Apibendrinant tyrimo rezultatus, pastebimi teigiami ryšiai ($p \leq 0.01$) tarp su *Pramonė 4.0* susijusių veiksnių (informuotumo, domėjimosi, pasirengimo) ir saugumo dėl darbo vietos (žiūrėti 11 paveikslą). Stipriausias (vidutinio stiprumo) ryšys nustatytas tarp pasirengimo *Pramonė 4.0* ir saugumo dėl darbo vietos (turimi įgūdžiai $r = 0.593$, $p \leq 0.01$; perkvalifikavimo potencialas $r = 0.575$, $p \leq 0.01$). Tyrimo rezultatai taip pat atskleidė, kad pasirengimas *Pramonė 4.0* įtakoja saugumą dėl darbo vietos pagal tiesinės regresijos lygtį:

$$\text{Saugumas dėl darbo vietos} = 1.266 + 0.361(\text{turimi įgūdžiai}) + 0.320(\text{polinkis persikvalifikuoti})$$



11 paveikslas – Su *Pramonė 4.0* susiję veiksniai ir saugumas dėl darbo vietos (sudaryta autorės pagal kiekybinio tyrimo rezultatus)

IŠVADOS

1. Literatūros šaltinių analizė padėjo išgryninti ketvirtosios pramonės revoliucijos sąvoką ir reikšmę biomedicinos sektoriui: *Pramonė 4.0* apibūdina didžiulio tempo pokyčius, susijusius su išmaniųjų technologijų taikymu ir mobiliuoju internetu, įgalinančiu informaciją pasiekti realiu laiku. Dirbtinis intelektas, robotika, daiktų internetas ir kitos inovacijos iš pagrindų keičia gamybos procesus ir paslaugų teikimą visose pramonės srityse, neaplenkiant ir biomedicinos sektoriaus. Nors Pasaulio ekonomikos forumas (Future Jobs Report, 2018) prognozuoja, kad žmonės ir mašinos iki 2025 m. darbams atlikti skirs tiek pat laiko, psichologinis saugumas dėl darbo vietos šiuo permainų laikotarpiu nėra ištirtas, todėl šiandien galime tik spėlioti arba subjektyviai vertinti darbuotojų požiūrį į darbo vietų automatizavimo prognozes. Duomenų nustatyti darbuotojų informuotumą, domėjimąsi ir pasirengimą *Pramonė 4.0* taip pat trūksta, ypačiai norint įvertinti atskiras pramonės šakas, pavyzdžiui, biomediciną. Tyrimų, vertinančių šiuos aspektus Lietuvoje iš viso nėra, todėl galima daryti išvadą, kad šiuo metu vyriausybė ir verslai negali numatyti reikalingų priemonių, siekdami užtikrinti sklandų darbuotojų prisitaikymą prie pokyčių.
2. Remiantis literatūros apžvalga ir kokybiniu tyrimu (ekspertų apklausa), sudarytas svarbiausių rytdienos įgūdžių biomedicinoje sąrašas: analitinis/kritinis mąstymas, inovatyvus mąstymas, aktyvus mokymasis, lyderystė, skaitmeninių technologijų raštingumas, kognityvinis lankstumas, efektyvi komunikacija, empatija, anglų kalba. Šiuo sąrašu galėtų vadovautis aukštosios mokyklos - ruošiant specialistus darbui biomedicinos sektoriuje arba biomedicinos sektoriuje veikiančios darbovietės – organizuojant darbuotojų atrankas.
3. Atlikus kiekybinį tyrimą, nustatyta, kad Lietuvos biomedicinos sektoriaus darbuotojų informuotumas *Pramonė 4.0* tematika yra pakankamai aukštas (3241 informuotumo balas iš 4284). Darbuotojai labiausiai informuoti apie: 3D spausdinimą, dirbtinį intelektą, procesų skaitmenizavimą, robotiką ir virtualią realybę. Labiausiai informuoti 18-35 m. amžiaus (M=60.0), aukštąjį universitetinį išsilavinimą (M=54.7), 5-9 m. darbo patirtį (M=65.3) biomedicinos sektoriuje turintys darbuotojai. Domėjimasis pramonės pokyčiais – vidutinis (1943 domėjimosi balas iš 3060). Pasirengimas *Pramonė 4.0* (vertintas turimais įgūdžiais ir polinkiu persikvalifikuoti) – aukštesnis už vidutinį (4478 polinkio persikvalifikuoti balai iš 6120). Palankiausiai buvo vertinti aktyvaus mokymosi ir empatijos įgūdžiai (bendri įverčiai >380 iš 510), prasčiausiai – lyderystė (bendras įvertis 326 iš 510). Žemiausiai turimus įgūdžius vertino pagalbinį/techninį darbą atliekantys biomedicinos sektoriaus darbuotojai. Palankiausiai turimus įgūdžius (M=3.77; M=3.78) ir

polinkį persikvalifikuoti ($M=3.77$; $M=3.91$) vertino aukštąjį universitetinį išsilavinimą įgiję, 18-35 m. amžiaus darbuotojai. Saugumas dėl darbo vietos Lietuvos biomedicinos sektoriuje – gana aukštas (3043 saugumo balas iš 4080), todėl galima daryti išvadą, kad nepaisant nežinomybės ir automatizavimo prognozių, baimė prarasti darbo vietą kol kas nėra jaučiama, arba ji nedidelė.

4. Remiantis tyrimo duomenimis, Lietuvos biomedicinos sektoriuje tarp informuotumo apie *Pramonę 4.0* ir domėjimosi *Pramonę 4.0* egzistuoja stiprus teigiamas ryšys ($r=0.744$) (**H₁ patvirtinta**). Vadinasi, bendras informavimas (švietimo įstaigose, žiniasklaidoje, darbovietėse ir kt.) darbuotojus skatina dar labiau domėtis ir sekti pokyčius, susijusius su ketvirtuoju pramonės perversmu. Vidutinio stiprumo teigiami ryšiai egzistuoja tarp informuotumo ir pasirengimo *Pramonę 4.0* (turimi įgūdžiai $r=0.510$; perkvalifikavimo potencialas $r=0.566$), tarp domėjimosi ir pasirengimo *Pramonę 4.0* (turimi įgūdžiai $r=0.454$; perkvalifikavimo potencialas $r=0.514$), bei tarp pasirengimo ir saugumo dėl darbo vietos (turimi įgūdžiai $r=0.593$; perkvalifikavimo potencialas $r=0.575$) (**H₂ ir H₃ patvirtintos**).
5. Pagal tiesinės regresijos analizės duomenis, pasirengimas *Pramonę 4.0* (turimi įgūdžiai ir perkvalifikavimo potencialas) bendrai paaiškina 41.4% saugumo dėl darbo vietos Lietuvos biomedicinos sektoriuje dispersijos ($R^2 = 0.414$) (**H₄ atmesta, kadangi kiti su *Pramonę 4.0* susiję veiksniai statistiškai reikšmingos įtakos nedaro**). Vadinasi, norėdami jaustis saugiau šiuo intensyvių pokyčių laikotarpiu, darbuotojai galėtų daugiau laiko skirti turimų įgūdžių lavinimui arba naujų įgūdžių formavimui bei mėginti kuo pozityviau vertinti persikvalifikavimo galimybę. Užuoat bijojus netekti darbo vietos, į prognozuojamą darbo vietų automatizavimą galima žvelgti kaip į galimybę persikvalifikuoti ir ateityje atlikti įdomesnes, įvairiapusiškesnes užduotis. Darbdaviai, norėdami užtikrinti darbuotojų gerovę (psichologinį saugumą), savo ruožtu taip pat turėtų skatinti reikalingų įgūdžių tobulinimą ir iš anksto pradėti komunikuoti apie rengiamus perkvalifikavimo planus.
6. Kadangi daugiau nei pusė (62.7%) apklaustų biomedicinos sektoriaus darbuotojų pažymėjo, kad *Pramonę 4.0* jau šiandien yra aktuali jų darbovietai (su *Pramonę 4.0* susijusios technologijos yra taikomos arba planuojamos taikyti), pasiruošimas prognozuojamiems pokyčiams yra būtinas. Guoping su kolegomis (2017) pažymi, kad „visos vyriausybės turėtų reikalauti ir skatinti įmones organizuoti įgūdžių lavinimo kursus ir padėti darbuotojams prisitaikyti prie naujų technologijų“. Kiekvienas verslas turėtų apgalvoti savo darbuotojų pasirengimo *Pramonę 4.0* lygį, turimų įgūdžių tobulinimo galimybes, pamėginti nuspėti „rytoj reikalingus įgūdžius“ ir tuomet investuoti į darbuotojų įgūdžių tobulinimą jau šiandien.

Pasiūlymai

- **Aukštosioms neuniversitetinėms mokykloms**

Siūloma atkreipti dėmesį į “svarbiausių rytdienos įgūdžių biomedicinoje” sąrašą rengiant su biomedicina susijusias mokymosi programas. Rekomenduojama populiarinti “mokymosi visą gyvenimą” kultūrą bei ugdyti studentų laiko planavimo įgūdžius, tokiu būdu auginant būsimų biomedicinos sektoriaus darbuotojų perkvalifikavimo potencialą (polinkį persikvalifikuoti ateityje).

- **Darbdaviams (Lietuvos biomedicinos sektoriaus įmonės)**

Siūloma skirti papildomo dėmesio šiems darbuotojų įgūdžiams tobulinti: inovatyviam mąstymui, idėjų ir poreikių komunikavimui bei lyderystei.

- **LR Vyriausybei**

Siūloma finansuoti panašaus pobūdžio didelės imties visuomeninius tyrimus, siekiant nustatyti Lietuvos darbo rinkos įgūdžių spragas. Pagal tyrimų rezultatus paruošti ir įgyvendinti kompetencijų auginimo programas sklandžiam visuomenės adaptavimuisi prie *Pramonė 4.0* sąlygojamų pokyčių.

Tolimesnės temos plėtojimo kryptys

Siūloma ištirti informuotumą, domėjimąsi ir pasirengimą *Pramonė 4.0* kitose pramonės srityse Lietuvoje (gautus rezultatus palyginti su biomedicinos sektoriaus rezultatais).

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Ben-Ari, M., Mondada, F. (2018). Prieiga per internetą: Robots and Their Applications. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-62533-1_1 (žiūrėta 2020 m. liepos 26 d.).
2. Celesti, A., Amft, O., Villari, M. (2019). Guest Editorial Special Section on Cloud Computing, Edge Computing, Internet of Things, and Big Data Analytics Applications for Healthcare Industry 4.0. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 15(1), 454-456.
3. Cheatham, B., Javanmardian, K., Samandari, H. (2019). Confronting the risks of artificial intelligence. *McKinsey Quarterly*, 2019. Prieiga per internetą: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/confronting-the-risks-of-artificial-intelligence> (žiūrėta 2020 m. liepos 28 d.).
4. Cheng, G., H.-L., Chan., D., K.-S. (2008). Who Suffers More from Job Insecurity? A Meta-Analytic Review. *Applied Psychology*. 57: 272-303.
5. Chopra-McGowan, A., Reddy, S. B. (2020). What Would It Take to Reskill Entire Industries? Prieiga per internetą: <https://hbr.org/2020/07/what-would-it-take-to-reskill-entire-industries> (žiūrėta 2021 m. sausio 31 d.).
6. De Cuyper, N. & De Witte, H. (2006). The impact of job insecurity and contract type on attitudes, well-being and behavioural reports. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*. 79:395–409.
7. De Witte, H. (2005). Job insecurity: review of the international literature on definitions, prevalence, antecedents and consequences. *Journal of Industrial Psychology*. 31 (4), 1-6.
8. De Witte, H., De Cuyper, N., Handaja, Y., Sverke, M., Näswall, K. and Hellgren, J. (2010). Associations Between Quantitative and Qualitative Job Insecurity and Well-Being: A 72 Test in Belgian Banks. *International Studies of Management and Organisations*. 40(1):40-56.
9. Degutis, G. (2019). Pirminio investavimo etape „Oxipit“ pritraukė 1,5 mln. Eurų. Prieiga per internetą: <https://www.vz.lt/paslaugos/2019/07/16/pirminio-investavimo-etape-oxipit-pritrauke-15-mln-euru#ixzz6kNiP9MJb> (žiūrėta 2021 m. sausio 23 d.).
10. Dirbtinis intelektas išspręs pandemijos keliamas problemas? (2020). Prieiga per internetą: <https://inovacijos.lt/lt/naujiena/dirbtinis-intelektas-isspres-pandemijos-keliamas-problemas> (žiūrėta 2021 m. sausio 23 d.).
11. Dobbs, R.W., Halgrimson, W.R., Talamini, S., Vigneswaran, H.T., Wilson, J.O., Crivellaro, S. (2020) Single-port robotic surgery: the next generation of minimally invasive urology. *World J Urol*. 38(4):897-905.
12. Dunning, J. (2019) Disruptive technology will transform what we think of as robotic surgery in under ten years. *Ann Cardiothorac Surg*. 8(2):274-278.
13. Ekonomikos terminų žodynas. Prieiga per internetą: <http://e-terminai.lt/ekonomika/darbo-vieta> (žiūrėta 2021 m. sausio 30 d.).
14. Endo, M., Sugiyama, H. (2018). DNA Origami Nanomachines. *Molecules*. 23(7):1766.

15. Frank, M. R., Autor, D., Bessen, J. A., Brynjolfsson, E., Cebrian, M., Deming, D. J., Feldman, M., Groh, M., Lobo, J., Moro, E., Wang, D., Youn, H., Rahwan, I. (2019). Toward understanding the impact of artificial intelligence on labor. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 116 (14) 6531-6539.
16. Frey, C., B. & Osborne, M., A. (2013). The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? Prieiga per internetą: <https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/future-of-employment.pdf> (žiūrėta 2021 m. sausio 27 d.).
17. Gaines, A. D., Davis-Floyd, R. (2004). *Encyclopedia of Medical Anthropology*. Berlin: Springer Science and Business Media.
18. Gallie, D., Felstead, A., Green, F., Inanc, H. (2016). The hidden face of job insecurity. *Work, Employment and Society*. 31(1), 36-53.
19. Garliavoje siuvami unikalūs vitaminais prisotinti drabužiai (2017). Prieiga per internetą: <https://www.delfi.lt/partnerio-turinys/lietuvos-amziaus-inovacijos/garliavoje-siuvami-unikalus-vitaminais-prisotinti-drabuziai.d?id=75602071> (žiūrėta 2021 m. sausio 23 d.).
20. Glowacki-Dudka, M. (2012). Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World. *Adult Learning*. 24, 50-51.
21. Goldberg, S. L., Paramanathan, D., Khoury, R. (2019). A Patient-Reported Outcome Instrument to Assess Symptom Burden and Predict Survival in Patients with Advanced Cancer: Flipping the Paradigm to Improve Timing of Palliative and End-of-Life Discussions and Reduce Unwanted Health Care Costs. *Oncologist*. 24(1):76-85.
22. Grossu, I. (2018). Introduction to Quantum Computing. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/329389356_Introduction_to_Quantum_Computing/link/5ef1c0d692851ce9e7fcd795/download (žiūrėta 2020 m. liepos 26 d.).
23. Guoping, L., Yun, H., Aizhi, W. (2017). Fourth Industrial Revolution: Technological drivers, impacts and coping methods. *Chinese Geographical Science*. 27(4), 626–637.
24. Harris, J.P., Burrell, J.C., Struzyna, L.A. et al. (2020). Emerging regenerative medicine and tissue engineering strategies for Parkinson's disease. *NPJ Parkinsons Disease*. 6(4).
25. Heidary Rouchi, A., Mahdavi-Mazdeh, M. (2015). Regenerative Medicine in Organ and Tissue Transplantation: Shortly and Practically Achievable? *Int J Organ Transplant Med*. 6(3):93-98.
26. Helmrich, K. (2015). On the Way to Industrie 4.0 — The Digital Enterprise.
27. Hozdić, E. (2015). Smart factory for industry 4.0: A review. *International Journal of Modern Manufacturing Technologies*. 7, 28-35.
28. Hryhorowicz, M., Hryhorowicz, J., Hryhorowicz, R., Lipiński, D. (2017). Genetically Modified Pigs as Organ Donors for Xenotransplantation. *Mol Biotechnol*. 59(9-10):435-444.
29. Illanes, P., Lund, S., Mourshed, M., Rutherford, S., and Tyreman, M. (2018). Retraining and reskilling workers in the age of automation. Prieiga per internetą:

- <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/retraining-and-reskilling-workers-in-the-age-of-automation> (žiūrėta 2021 m. sausio 25 d.).
30. Ives, B., Cossick, K., Adams, D. (2019). Amazon Go: Disrupting retail? *Journal of Information Technology Teaching Cases*. 9(1).
- Kaur, J., Gill, G.S., Jeet, K. (2018). Applications of Carbon Nanotubes in Drug Delivery: A Comprehensive Review. Prieiga per internetą:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128140314000052> (žiūrėta 2020 m. rugpjūčio 11 d.).
31. Kinnunen, U., Mauno, S. & Siltaloppi, M. (2010). Job insecurity, recovery and well-being at work: Recovery experiences as moderators. *Economic and Industrial Democracy*. 31(2):179–194.
32. Konta, A.A., García-Piña, M., Serrano, D.R. (2017). Personalised 3D Printed Medicines: Which Techniques and Polymers Are More Successful? *Bioengineering*. 4(4):79.
- Kovács-Ondrejko, O., Strack, R., Antebi, P., Gobernado, A., Lyle, E. (2019). Decoding Global Trends in Upskilling and Reskilling. Prieiga per internetą:
<https://www.bcg.com/publications/2019/decoding-global-trends-upskilling-reskilling> (žiūrėta 2021 m. sausio 31 d.).
33. Lampropoulos, G., Siakas, K. & Anastasiadis, T. (2019). Internet of Things in the Context of Industry 4.0: An Overview. *International Journal of Entrepreneurial Knowledge*, 7, 4-19.
34. Lazauskaitė – Zabielskė, J., Bagdžiūnienė, D., Rekašiūtė Balsienė, R. (2014b). Darbuotojas – darbas – organizacija. Tyrimų problematika ir gairės. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
35. Leading the way into the age of artificial intelligence, Final report of Finland's Artificial Intelligence Programme. (2019). Prieiga per internetą:
https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161688/41_19_Leading%20the%20way%20into%20the%20age%20of%20artificial%20intelligence.pdf?sequence=4&isAllowed=y (žiūrėta 2021 m. kovo 15 d.).
36. Lee, R.T., Walsh, K. (2016). The Future of Cardiovascular Regenerative Medicine. *Circulation*. 133(25):2618-2625.
37. Liang, H., Tsui, B.Y., Ni, H. (2019). Evaluation and accurate diagnoses of pediatric diseases using artificial intelligence. *Nature Medicine*. 25, 433–438.
38. Lietuvių įmonės išradimas padės atkurti pažeistus organus (2017). Prieiga per internetą:
<https://www.delfi.lt/partnerio-turinys/lietuvos-amziaus-inovacijos/lietuviu-imones-isradimas-pades-atkurti-pazeistus-organus.d?id=75533213> (žiūrėta 2021 m. sausio 23 d.).
39. Lietuvių kalbos žodynas. Prieiga per internetą:
<https://www.lietuviuzodynas.lt/terminai/Revoliucija> (žiūrėta 2020 m. liepos 1 d.).
40. Lietuvių sukurti mikro robotai gelbės gyvybes (2017). Prieiga per internetą:
<https://www.delfi.lt/partnerio-turinys/lietuvos-amziaus-inovacijos/lietuviu-sukurti-mikro-robotai-gelbes-gyvybes.d?id=75533047> (žiūrėta 2021 m. sausio 23 d.).

41. Lietuvos medicinoje laukiamas 3D technologijų proveržis (2018). Prieiga per internetą: <https://www.lrytas.lt/sveikata/medicinos-zinios/2018/06/20/news/lietuvos-medicinoje-laukiamas-3d-technologiju-proverzis-6692069/> (žiūrėta 2021 m. sausio 22 d.).
42. Lietuvos pramonės skaitmeninimo kelrodis 2019-2030. Prieiga per internetą: <http://eimin.lrv.lt/uploads/eimin/documents/files/Kelrodis%20LT%20v2.pdf> (žiūrėta 2020 m. rugpjūčio 11 d.).
43. LRT Metų apdovanojimai. Metų atradimas – Arvydas Laurinavičius su komanda. Prieiga per internetą: <https://www.lrt.lt/mediateka/irasas/2000135400/lrt-metu-apdovanojimai-metu-atradimas-arvydas-laurinavicius-su-komanda> (žiūrėta 2021 m. sausio 22 d.).
44. Manyika, J. & Sneader, K. (2018). AI, automation, and the future of work: Ten things to solve for. Prieiga per internetą: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/ai-automation-and-the-future-of-work-ten-things-to-solve-for> (žiūrėta 2021 m. sausio 26 d.).
45. Manyika, J., Lund, J., Chui, M., Bughin, J., Woetzel, J., Batra, P., Ko, R. and Sanghvi, S. (2017). Jobs lost, jobs gained: What the future of work will mean for jobs, skills, and wages. Prieiga per internetą: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages> (žiūrėta 2021 m. sausio 27 d.).
46. Masse, F., Ouellette, M., Lamoureux, G., Boisselier, E. (2018). Gold nanoparticles in ophthalmology. Medicinal Research Reviews. 39(1):302-327.
47. Microsoft Research Podcast. (2018). Making intelligence intelligible with Dr. Rich Caruana. Prieiga per internetą: <https://www.microsoft.com/en-us/research/podcast/making-intelligence-intelligible-dr-rich-caruana/> (žiūrėta ir klausyta 2020 m. liepos 15 d.).
48. Miglani, G. (2016). Genetic Engineering Principles, Procedures and Consequences.
49. Mohajan, H. K. (2019). The First Industrial Revolution: Creation of a New Global Human Era. 5:377-387.
50. Mohajan, H. K. (2020). The Second Industrial Revolution has Brought Modern Social and Economic Developments. Journal of Social Sciences and Humanities. 6(1), 1-14.
51. Pamirškite greitą internetą – yra kita sritis, kurioje Lietuva pirmauja: naujos industrijos padarinius pajusime jau greit (2019). Prieiga per internetą: <https://www.delfi.lt/mokslas/technologijos/pamirskite-greita-interneta-yra-kita-sritis-kurioje-lietuva-pirmauja-naujos-industrijos-padarinius-pajusime-jau-greit.d?id=82706293> (žiūrėta 2021 m. kovo 1 d.).
52. PwC Report, Hopes and Fears. (2021). Prieiga per internetą: <https://www.pwc.com/gx/en/issues/upskilling/hopes-and-fears.html> (žiūrėta 2021 m. kovo 18 d.).
53. Rateni, G., Dario, P., Cavallo, F. (2017). Smartphone-based food diagnostic technologies: a review. Sensors. 17:1453.
54. Schwab, K. (2017). Ketvirtoji pramonės revoliucija. Vilnius: VAGA.

55. Si, M., Yu, C. (2017). Chinese robot becomes world's first machine to pass medical exam. Prieiga per internetą: http://www.chinadaily.com.cn/bizchina/tech/2017-11/10/content_34362656.htm (žiūrėta 2020 m. rugpjūčio 10 d.).
56. Siau, K., Xi, Y. & Zou, C. (2019). Industry 4.0- Challenges and Opportunities in Different Countries. Cutter IT Journal. 32:6-14.
57. Singh, H., Meyer, A. N. D., Thomas, E. J. (2014). The frequency of diagnostic errors in outpatient care: estimations from three large observational studies involving US adult populations. BMJ Quality & Safety.
58. Stevens, N.E., Cowin, A.J., Kopecki, Z. (2019) Skin Barrier and Autoimmunity-Mechanisms and Novel Therapeutic Approaches for Autoimmune Blistering Diseases of the Skin. Front Immunol. 10:1089.
59. The Future Jobs Report (2018). Prieiga per internetą: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf (žiūrėta 2021 m. sausio 26 d.).
60. Tucker, C. (2021). Vilnius-based Biomatter Designs raises €500k to develop AI for generative protein design. Prieiga per internetą: <https://www.eu-startups.com/2021/01/vilnius-based-biomatter-designs-raises-e500k-to-develop-ai-for-generative-protein-design/> (žiūrėta 2021 m. sausio 24 d.).
61. Valackienė A. Sociologinis tyrimas: vadovėlis. Kaunas: Technologija, 2007.
62. Veikiančių įmonių skaičius ir jose dirbančių darbuotojų pagal veiklos rūšis ir darbuotojų skaičiaus grupes metų pradžioje (2021). Prieiga per internetą: <https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize?hash=46660eeb-aebf-4114-ada6-c8cde2649c05#/> (žiūrėta 2021 m. sausio 31 d.).
63. Ventola, C.L. (2014). Medical Applications for 3D Printing: Current and Projected Uses. P.T. 39(10):704-711.
64. Vilniaus universiteto profesorius V. Šikšnys įvertintas elitine Kavli premija (2018). Prieiga per internetą: <http://lino.lmt.lt/vilniaus-universiteto-profesorius-v-siksnys-ivertintas-elitine-kavli-premija/> (žiūrėta 2021 m. sausio 23 d.).
65. Whiting, K. (2020). These are the top 10 job skills of tomorrow – and how long it takes to learn them. Prieiga per internetą: <https://www.weforum.org/agenda/2020/10/top-10-work-skills-of-tomorrow-how-long-it-takes-to-learn-them> (žiūrėta 2021 m. sausio 02 d.).
66. Work 4.0, Federal ministry of labour and social affairs. (2017). Prieiga per internetą: https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/EN/PDF-Publikationen/a883-white-paper.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (žiūrėta 2021 m. kovo 15 d.).
67. Zamborsky, R., Kilian, M., Csobonyeiova, M., Danisovic, L. (2018). Regenerative Medicine in Orthopaedics and Trauma: Challenges, Regulation and Ethical Issues. Ortop Traumatol Rehabil. 20(3):173-180.
68. Zhou, Q., Zhang, L., Yang, T., Wu, H. (2018). Stimuli-responsive polymeric micelles for drug delivery and cancer therapy. Int J Nanomedicine. 13:2921-2942.

SU PRAMONĖ 4.0 SUSIJUSIŲ VEIKSNIŲ ĮTAKA SAUGUMUI DĖL DARBO VIETOS BIOMEDICINOS SEKTORIJE (LIETUVOS ATVEJIS)

Ugnė AUGŪNAITĖ

Magistro darbas

Kokybės vadybos programa

Vilniaus universitetas, Ekonomikos ir verslo administravimo fakultetas

Darbo vadovas: Prof. dr. Dalius Serafinas

Vilnius, 2021

SANTRAUKA

75 puslapiai, 11 paveikslų, 33 lentelės, 68 literatūros šaltinių nuorodos, 1 priedas.

Magistro darbo tikslas – išanalizavus ketvirtosios pramonės revoliucijos sąlygojamus pokyčius, nustatyti su *Pramonė 4.0* susijusių veiksnių įtaką saugumui dėl darbo vietos Lietuvos biomedicinos sektoriuje.

Naudoti tyrimo metodai: mokslinės literatūros analizė (išnagrinėti naujausi straipsniai ir kt. literatūra apie *Pramonė 4.0* technologijų taikymą biomedicinos srityje); pusiau struktūruotas interviu su biomedicinos sektoriaus ekspertais (sudarytas sąrašas “Svarbiausi rytdienos įgūdžiai biomedicinoje”); anketinė apklausa (su Lietuvos biomedicinos sektoriaus darbuotojais); statistinė kiekybinių duomenų analizė naudojant SPSS programą – aprašomoji statistinė duomenų analizė (nustatytas Lietuvos biomedicinos sektoriaus darbuotojų informuotumas, domėjimasis ir pasirengimas *Pramonė 4.0* bei *Pramonė 4.0* aktualumas respondentų darbovietėms); koreliacijos koeficientas (nustatyti ryšiai tarp su *Pramonė 4.0* susijusių veiksnių (informuotumo, domėjimosi, pasirengimo) ir saugumo dėl darbo vietos); tiesinė regresinė analizė (įvertinta kaip su *Pramonė 4.0* susiję veiksniai įtakoja Lietuvos biomedicinos sektoriaus darbuotojų saugumą dėl darbo vietos); dviejų nepriklausomų imčių t testas ir *Mann Whitney U* testas (įvertinta kaip skiriasi informuotumas, domėjimasis ir pasirengimas *Pramonė 4.0* bei saugumas dėl darbo vietos priklausomai nuo respondentų lyties ir darbovietės), dispersinė analizė ANOVA ir *Kruskal-Wallis* testas (įvertinta kaip skiriasi informuotumas, domėjimasis ir pasirengimas *Pramonė 4.0* bei saugumas dėl darbo vietos priklausomai nuo respondentų amžiaus, išsilavinimo, patirties dirbant biomedicinos sektoriuje, darbovietės dydžio ir užimamų pareigų).

Magistro darbą sudaro trys dalys: pirmojoje dalyje išnagrinėta ketvirtosios pramonės revoliucijos samprata bei *Pramonė 4.0* technologijų taikymas biomedicinoje, įvertinta *Pramonė 4.0* reikšmė

pokyčiams darbo rinkoje, antrojoje dalyje detaliai aprašyta autorinio tyrimo metodologija, trečiojoje dalyje pateikti tyrimo rezultatai, jų taikomoji nauda bei pasiūlymai temos plėtojimui.

Pagrindiniai tyrimo rezultatai - nusatatyta, kad:

- Lietuvos biomedicinos sektoriaus darbuotojų informuotumas, domėjimasis ir pasirengimas ketvirtajai pramonės revoliucijai (*Pramonė 4.0*) bei saugumas dėl darbo vietos yra aukštesni už vidutinį.
- Egzistuoja statistiškai reikšmingi ryšiai tarp su *Pramonė 4.0* susijusių veiksnių ir saugumo dėl darbo vietos.
- Turimų įgūdžių vertinimas ir polinkis persikvalifikuoti prognozuoja Lietuvos biomedicinos darbuotojų saugumą dėl darbo vietos.

Reikšminiai žodžiai: *Pramonė 4.0*, informuotumas, domėjimasis, pasirengimas, turimi įgūdžiai, perkvalifikavimo potencialas, saugumas dėl darbo vietos.

IMPACT OF *INDUSTRY 4.0* RELATED FACTORS ON JOB SECURITY IN BIOMEDICINE SECTOR (CASE STUDY OF LITHUANIA)

Ugnė AUGŪNAITĖ

Master Thesis

Quality Management master study programme

Vilnius University, Faculty of Economics and Business Administration

Supervisor: Prof. dr. Dalius Serafinas

Vilnius, 2021

SUMMARY

75 pages, 11 pictures, 33 tables, 68 references, 1 appendix.

The aim of the master thesis was to determine the influence of *Industry 4.0* related factors on job security in Lithuania's biomedicine sector after revealing industry changes associated with the fourth industrial revolution.

Research methods used: analysis of scientific literature (reviewed relevant and up-to-date sources of literature regarding *Industry 4.0* in biomedicine sector); semi-structured interview with experts in biomedicine (the list of „The Most Important Skills for Tomorrow's Biomedicine Sector“ was composed); questionnaire survey method (Lithuania's biomedicine sector workforce); statistical methods for quantitative data processing using SPSS – descriptive statistics (*Industry 4.0* awareness, interest in *Industry 4.0*, readiness for *Industry 4.0*, the level of job security and *Industry 4.0* relevance for respondents' workplace were determined); correlation coefficient (relationships among *Industry 4.0* related factors and job security were established); linear regression analysis (*Industry 4.0* related predictors of job security in Lithuania's biomedicine sector were identified); two independent samples t test and *Mann Whitney U* test (differences in *Industry 4.0* awareness, interest, readiness and job security level were determined by respondents' gender and workplace); analysis of variance ANOVA and *Kruskal-Wallis* test (differences in *Industry 4.0* awareness, interest, readiness and job security level were determined by respondents' age, education, experience in biomedicine sector, size of workplace and job position).

The master thesis consists of three parts: the first part examines the concept of the fourth industrial revolution, the application of *Industry 4.0* technologies in biomedicine and the significance of *Industry 4.0* for changes in the labor market, the second part describes the author's research methodology, and the third part represents research results, their application and suggestions.

The main research results:

- *Industry 4.0* awareness, interest in *Industry 4.0*, readiness for *Industry 4.0* and job security level are higher than average in Lithuania's biomedicine sector.
- There are statistically significant relationships among *Industry 4.0* related factors and job security.
- Assessment of available skills and retraining potential predict job security level in Lithuania's biomedicine sector.

Keywords: *Industry 4.0*, awareness, interest, skills, readiness, retraining potential, job security.

PRIEDAI

1 Priedas – Apklausos anketos struktūra

1 KLAUSIMAS • <i>Vyras</i> • <i>Moteris</i>	Pažymėkite savo lytį.
2 KLAUSIMAS • <i>18-35 m.</i> • <i>36-50 m.</i> • <i>51-70 m.</i>	Pažymėkite savo amžiaus kategoriją.
3 KLAUSIMAS • <i>Nebaigtas vidurinis</i> • <i>Vidurinis</i> • <i>Profesinis</i> • <i>Aukštesnysis neuniversitetinis</i> • <i>Aukštasis universitetinis</i>	Pažymėkite savo išsilavinimą.
4 KLAUSIMAS • <i>1-5</i> • <i>5-10</i> • <i>10-15</i> • <i>15 ir daugiau</i>	Kiek metų dirbate biomedicinos srityje?
5 KLAUSIMAS • <i>Valstybinė</i> • <i>Privati</i>	Ar jūsų pagrindinė darbovietė yra valstybinė, ar privati įmonė?
6 KLAUSIMAS (privačioms įmonėms) • <i>Gamyba</i> • <i>Paslaugų teikimas</i> • <i>Gamyba ir paslaugų teikimas</i> • <i>Kita (įrašykite)</i>	Jeigu dirbate privačioje įmonėje – koks jos veiklos pobūdis?
7 KLAUSIMAS • <i>Labai maža (1-9 darbuotojai)</i> • <i>Maža (10-49 darbuotojai)</i> • <i>Vidutinė (50-249 darbuotojai)</i> • <i>Didelė (250 ir daugiau darbuotojų)</i>	Koks jūsų įmonės dydis?
8 KLAUSIMAS • <i>Pagalbinis/techninis darbuotojas</i> • <i>Specialistas</i> • <i>Grupės/skyriaus vadovas</i> • <i>Padalinio vadovas</i> • <i>Įstaigos vadovas</i> • <i>Kita (įrašykite)</i>	Kokios jūsų užimamos pareigos?
9 KLAUSIMAS (INFORMUOTUMAS) • <i>Pirmą kartą girdžiu</i> • <i>Esu girdėjęs</i> • <i>Seku naujienas</i>	Pažymėkite, kaip vertinate savo informuotumą apie žemiau išvardintas <i>Pramonė 4.0</i> technologijas ir reiškinius? 1. 3D spausdinimas 2. Daiktų internetas (angl. <i>Internet of things/IoT</i>)

	3. Debesų kompiuterija (angl. <i>cloud computing</i>) 4. Didieji duomenys (angl. <i>big data</i>) 5. Dirbtinis intelektas 6. Išmanieji jutikliai (angl. <i>smart sensors</i>) 7. Išmanioji gamykla (angl. <i>smart factory</i>) 8. Išplėstinė (papildyta) realybė (angl. <i>augmented reality</i>) 9. Kibernetinė sauga 10. Mašininis mokymasis 11. Nešiojami įtaisai (angl. <i>wearable devices</i>) 12. Procesų skaitmenizacija 13. Robotika 14. Virtuali realybė 15. Žmogaus ir mašinos sąsaja (angl. <i>human-machine interface</i>)
10 KLAUSIMAS (DOMĖJIMASIS) • <i>Visiškai nesutinku</i> • <i>Nesutinku</i> • <i>Nei sutinku, nei nesutinku</i> • <i>Sutinku</i> • <i>Visiškai sutinku</i>	Pažymėkite po vieną atsakymą kiekvienoje eilutėje: 1. Terminas <i>Pramonė 4.0</i> man yra aiškus. 2. Suvokiu kaip <i>Pramonė 4.0</i> yra susijusi su pokyčiais biomedicinos sektoriuje. 3. Žinau kaip <i>Pramonė 4.0</i> technologijos galėtų būti pasitelktos srityje, kurioje dirbaujosi. 4. Savarankiškai domiuosi <i>Pramonė 4.0</i> technologijų taikymo galimybėmis. 5. Jeigu yra galimybė, dalyvauju mokymuose <i>Pramonė 4.0</i> tematika. 6. Su <i>Pramonė 4.0</i> susiję pokyčiai man yra įdomūs.
11 KLAUSIMAS (ĮGŪDŽIAI) • <i>Labai blogai (šių įgūdžių neturiu)</i> • <i>Blogai (įgūdžius reikia tobulinti)</i> • <i>Vidutiniškai (įgūdžiai pakankami, tačiau norėčiau turėti geresnius įgūdžius)</i> • <i>Gerai (šių įgūdžių taikymas man dažniausiai padeda darbus atlikti sėkmingai)</i> • <i>Puikiai (šių įgūdžių taikymas man visados padeda darbus atlikti sėkmingai)</i>	1. Kaip vertinate savo analitinio/kritinio mąstymo įgūdžius? 2. Kaip vertinate savo įgūdžius mąstyti inovatyviai (generuoti naujas idėjas)? 3. Kaip vertinate savo įgūdžius aktyviai mokytis? 4. Kaip vertinate savo lyderystės įgūdžius (gebėjimą motyvuoti ir įgalinti aplinkinius)? 5. Kaip vertinate savo įgūdžius perprasti ir naudotis skaitmeninėmis technologijomis? 6. Kaip vertinate savo kognityvinio lankstumo įgūdžius (gebėjimą pritaikyti turimas žinias įvairioms situacijoms)? 7. Kaip vertinate savo įgūdžius suprantamai ir aiškiai pristatyti (komunikuoti) idėjas/poreikius? 8. Kaip vertinate savo empatijos įgūdžius (gebėjimą įsijausti į kitų žmonių padėtį, suprasti jų jausmus)? 9. Kaip vertinate savo anglų kalbos naudojimo (skaitymo, rašymo, kalbėjimo) įgūdžius?
12 KLAUSIMAS (PERKVALIFIKAVIMO POTENCIALAS) • <i>Visiškai nesutinku</i> • <i>Nesutinku</i> • <i>Nei sutinku, nei nesutinku</i> • <i>Sutinku</i> • <i>Visiškai sutinku</i>	Pažymėkite po vieną atsakymą kiekvienoje eilutėje: 1. Jaučiuosi pasirengęs persikvalifikuoti ir įgyti naujų įgūdžių (pavyzdžiui, išmolti programuoti). 2. Jaučiuosi motyvuotas skirti papildomai laiko naujų įgūdžių lavinimui. 3. Man patinka imtis naujos, dar neišbandytos veiklos. 4. Gebu puikiai planuoti savo laiką. 5. Galimybė pakeisti darbo pobūdį ir/arba specifiką man atrodo patraukli.

	- Norint ateityje išlikti darbo rinkoje, reikia būti atviru naujovėms. - Mokymosi „visą gyvenimą“ kultūra man yra priimtina. - Dažnai nespėju laiku atlikti suplanuotų darbų. - Persikvalifikavimas man sukeltų daug streso. - Mokymai, nesusiję su mano tiesioginiu darbu, man atrodo nereikalingi. - Manau, kad mano įgytas išsilavinimas ir turimos žinios yra pakankami, kad išsaugočiau savo darbo vietą ateityje. - Man sunku prisitaikyti prie pokyčių ir naujovių.
13 KLAUSIMAS (SAUGUMAS DĖL DARBO) <i>Visiškai nesutinku</i> <i>Nesutinku</i> <i>Nei sutinku, nei nesutinku</i> <i>Sutinku</i> <i>Visiškai sutinku</i>	Pasirinkite vieną jums labiausiai tinkantį atsakymo variantą prie kiekvieno teiginio: - Tikėtina, kad artimiausiu metu įvyks neigiami pokyčiai, susiję su mano darbu. - Aš manau, kad mano darbas/darbo sąlygos pablogės. - Aš nerimauju dėl to, koks mano dabartinis darbas bus ateityje. - Aš jaučiuosi nesaugus/-i dėl savo darbo pobūdžio/sąlygų ateityje. - Aš jaučiuosi nesaugus/-i dėl savo darbo vietos ateities. - Aš manau, kad artimiausiu metu galiu prarasti darbą. - Tikėtina, kad greitai prarasiu savo darbą. - Aš esu tikras/-a, kad galiu išlaikyti savo darbo vietą.
14 KLAUSIMAS <i>Taip, savo veikloje esame pritaikę vieną arba daugiau „Pramonė 4.0“ technologijų.</i> <i>Iš dalies aktuali, ketiname taikyti „Pramonė 4.0“ technologijas.</i> <i>Ne, neskiriame tam išskirtinio dėmesio.</i> <i>Ne, šie pokyčiai su mumis nesusiję.</i>	Kaip vertinate, ar <i>Pramonė 4.0</i> yra aktuali jūsų darbovietai?