

## Economics and management Ekonomika ir vadyba

### APDIRBAMOSIOS PRAMONĖS SKAITMENINIMO PLĖTROS TENDENCIJOS LIETUVOJE: PROBLEMATIKA IR PERSPEKTYVOS

Indrė SŪDŽIŪTĖ <sup>\*</sup>, Artūras JAKUBAVIČIUS 

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva*

Gauta 2021 m. spalio 28 d.; priimta 2021 m. lapkričio 16 d.

**Santrauka.** Ketvirtoji pramonės revoliucija ir kartu su ja vykstanti skaitmeninė transformacija gamybos procesus daro efektyvesnius, lengviau valdomus ir optimizuojamus. Tai sudaro sąlygas apdirbamosios pramonės įmonėms nuosekliai didinti produktyvumą, sumažinti išteklių panaudojimą. Skaitmeninimas iš esmės keičia visus visuomenės segmentus bei ekonomiką, todėl atitinkamai skaitmeninimas veikia ne tik apdirbamosios pramonės įmonių veiklą, bet ir šalies makroekonomiką bei visuomenės užimtumą. Šiuo metu vykstanti pasaulinė pandemija dar labiau paskatino Lietuvos apdirbamosios pramonės įmonės domėtis būdais, kaip sumažinti mechaninį žmogaus darbą pačiame gamybos procese ir kaip išspręsti gamybos optimizavimo problemas. Ši pramonės skaitmenizavimo revoliucija neabejotinai sukurs daugybę galimybių įvairioms visuomenės dalims, bet beprecedentis šių pokyčių greitis taip pat gerokai sutrikdys ekonomiką ir darbo rinką plačiąja prasme. Todėl svarbu suprasti, kad norint sėkmingai realizuoti skaitmeninimo technologijas apdirbamosios pramonės įmonėse, reikia stengtis sušvelninti jos keliamas darbo vietų pakeitimo technologijomis, darbo rinkos poliarizacijos ir didėjančios nelygybės grėsmes tiek individų, tiek regionų lygmeniu. Šio straipsnio tikslas – atskleisti prognozuojamas Lietuvos apdirbamosios pramonės plėtros tendencijas, naudą ir iššūkius pramonės skaitmeninimo kontekste. Straipsnio tikslui įgyvendinti taikomi mokslinių straipsnių sisteminės analizės, statistinių duomenų analizės ir grafinių duomenų vaizdavimo, palyginamosios analizės metodai.

**Reikšminiai žodžiai:** apdirbamoji pramonė, skaitmeninimas, pramonės revoliucija, COVID-19, technologijų diegimas.

#### Įvadas

Apdirbamoji pramonė – didžiausias Lietuvos ekonomikos sektorius, kasmet sugeneruojantis apie penktadalį bendrojo vidaus produkto (BVP). Anot Lietuvos statistikos departamento, apdirbamosios pramonės sektorius 2019 m. sugeneravo 19,4 proc. Lietuvos bendrojo vidaus produkto. Šio sektoriaus įmonių produkcija sudaro daugiau nei 80 proc. visų Lietuvos į užsienį iškeliaujančių prekių (2019). Augančios darbo vietų sąnaudos, konkurencija užsienio rinkose – signalas apdirbamosios gamybos įmonėms ieškoti naujų būdų procesų efektyvumui didinti. Sektoriaus ekspertai skaičiuoja, kad žemosiomis technologijomis pagrįstai gamybai vis dar atitenka daugiau nei pusė apdirbamosios gamybos produkcijos (Construction and architecture, 2019). Skaičiuojama, kad per pastaruosius kelerius metus darbo vietų sąnaudoms išaugus kelio dešimtims proc. Lietuvos gamybos įmonių efektyvumas išaugo tik 14 proc. Tai reiškia, kad erdvės diegti išmaniuosius sprendimus, taikyti skaitmenines technologijas

ir taip pagerinti įmonių viduje vykstančius procesus dar daug, tereikia išnaudoti ketvirtosios pramonės revoliucijos suteikiamas gamybos proceso skaitmenizavimo galimybes įmonėse.

Ketvirtoji pramonės revoliucija, kitaip vadinama „Pramonė 4.0“, yra kitas žingsnis ilgoje nuolat augančio gamybos produktyvumo istorijoje (Schwab, 2016). Šis judėjimas, prasidėjęs Vokietijoje 2011 m., dabar yra Europos pramonės transformacijos varomoji jėga ir pristato skaitmeninimą kaip kitą mechanizacijos, automatizacijos ir robotizacijos etapą (Leichteris et al., 2018). Šios revoliucijos tikslas – skaitmenizuoti pramonėje vykstančius procesus, įkuriant išmaniausias gamyklas, įdiegus kibernetines-fizines sistemas ir viską sujungiant į daiktų internetą (Schwab, 2016). Apdirbamosios pramonės sektoriaus skaitmeninimas materializuojasi pritaikant naujausias gamybos technologijas. Taisant šias technologijas, gamybos procesas gali integruotis į virtualią aplinką ir tapti prieinamas nuotoliniu būdu per

\*Autorius susirašinėti. El. paštas [indre.sudziute@stud.vilniustech.lt](mailto:indre.sudziute@stud.vilniustech.lt)

internetą. Tai teikia efektyvesnių prognozių, preciziškumo, planavimo, stebėsenos ir kontrolės naudą. Taigi, skaitmeninimas yra esminis tikslas siekiant užtikrinti pramonės inovacinius pajėgumus ir kitos eros modernios gamybos priemones, o per tai – masinę, paklausą atitinkančią aukštos kokybės individualizuotų produktų gamybą.

*Temos aktualumą* pagrindžia radikalai pasikeitusios ekonominės veiklos sąlygos. Pokyčiai visų pirma siejami su informacinių technologijų plėtra bei neapčiuopiamų išteklių reikšme. Praėjusiame amžiuje inovacijų kūrimas buvo atsitiktinis procesas, dabar – tai tikslingai valdoma veikla. Gamybos proceso tobulinimas ir skaitmeninimas tampa būtinybe, nuo kurios priklauso įmonės sėkmė (Nagulevičius ir Jakubavičius, 2019). Pramonės skaitmenizavimo klausimu jau yra parengtos europinės „The European Digital Strategy“ strategijos ir Lietuvos nacionalinė pramonės skaitmeninio platforma „Pramonė 4.0“, dauguma pramonės įmonių jau yra apibrėžusios savo skaitmeninio iniciatyvas, tačiau skaitmeninimas vis dar išlieka neapibrėžta sąvoka ir kelionė link jos atrodo ilga ir vingiuota (Urbach & Röglinger, 2019). Todėl kyla klausimas, su kokiais pramonės skaitmeninio iššūkiais susiduria Lietuvos apdirbamosios gamybos įmonės ir kaip juos pašalinti?

*Straipsnio problema:* nepakankamas įmonių dėmesys gamybos skaitmeninio galimybės.

*Straipsnio objektas:* apdirbamosios pramonės įmonių skaitmeninio tendencijos.

Šio *straipsnio tikslas* – atskleisti prognozuojamas Lietuvos apdirbamosios pramonės plėtros tendencijas, naudą ir iššūkius pramonės skaitmeninio kontekste.

Straipsnio uždaviniai:

1. Išanalizuoti apdirbamosios pramonės sistematiką, išskiriant įtaką Lietuvos ekonomikai.
2. Identifikuoti pagrindines skaitmeninio problemas plėtojant apdirbamąją pramonę.
3. Nustatyti pramonės skaitmeninio perspektyvas ir tendencijas apdirbamosios pramonės sektoriuje.

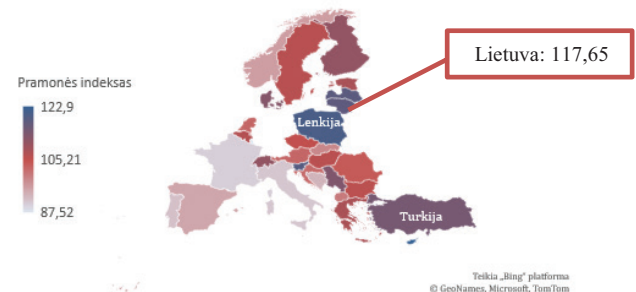
*Metodai, taikomi tikslui pasiekti ir iškeltiems uždaviniams įgyvendinti:* mokslinių straipsnių sisteminė analizė, statistinių duomenų analizė, grafinių duomenų vaizdavimas, palyginamoji analizė.

## 1. Lietuvos apdirbamosios pramonės sektoriaus apžvalga

Apdirbamosios pramonės sektorius išlieka viena pagrindinių šakų Lietuvoje ir pasaulio ekonomikoje. Tai pramonės šaka, priklausanti antrajam ūkio sektoriui. Apdirbamoji pramonė reiškia bet koki verslą, kuris naudoja mašinas, įrankius bei darbo jėgą, taip žaliavas paverčiant parduodamais produktais. Apdirbamosios pramonės svarbą ir reikšmę visai šalies ekonomikai įrodo pramonės produkcijos indeksas (1 pav.), apibrėžiantis apdirbamosios pramonės sektoriaus produkcijos apimtį pokyčius.

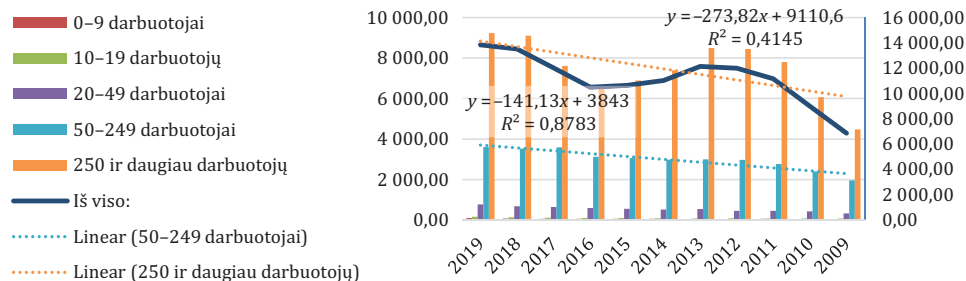
Ši pramonės šaka sukuria ne tik didelę dalį bendrojo vidaus produkto (BVP), bet ir svariai prisideda prie šalies eksporto, kuris Lietuvai, kaip turinčiai mažą bei atvirą ekonomikos sektorių, yra labai svarbus. Lietuvos lokacija kartu su lanksčiais, gerai išplėtotais logistikos tinklais leidžia greitai, efektyviai ir ekonomiškai pristatyti ES<sup>1</sup> ir NVS<sup>2</sup> rinkas. Todėl didelė apdirbamosios pramonės prekių ir paslaugų dalis yra eksportuojama į užsienį, o ne suvartojama šalies vidaus rinkoje. Lietuvos statistikos departamento duomenimis, nuo 2015 m., kai šalyje buvo įvestas naujas piniginis vienetas – euras, apdirbamosios gamybos eksportas padidėjo 24 % (2 pav.).

Iš statistinių duomenų matome, kad daugiausia prekių yra eksportuojama iš didelių (turinčių ≥250 darbuotojų) apdirbamosios pramonės įmonių. Remiantis krypties koeficientu, įmonėse, turinčiose 50–249 darbuotojus, santykis



1 paveikslas. Europos šalių pramonės indeksas, apdirbamosios pramonės sektorius (šaltinis: Eurostat, 2020)

Figure 1. European Industrial Index, manufacturing sector (source: Eurostat, 2020)



2 paveikslas. Apdirbamosios gamybos prekių eksportas (šaltinis: Lietuvos statistikos departamentas, 2020)

Figure 2. Exports of manufactured goods (source: Lithuanian Department of Statistics, 2020)

<sup>1</sup> ES – Europos Sąjunga.

<sup>2</sup> NVS – Nepriklausomų valstybių sandrauga.

( $R^2 = 0,8768$ ) tarp eksporto pokyčio ir darbuotojų yra stiprus, o įmonėse, kuriose darbuotojų skaičius didesnis nei 250, santykis ( $R^2 = 0,4145$ ) tampa silpnas / vidutinis. Tai rodo, kad žmogiškųjų išteklių faktorius yra labai svarbus realizuojant apdirbamosios pramonės gamybos produkciją.

Tačiau vis labiau integruojantis į Europos Sąjungos ir pasaulinę ūkio sistemą, Lietuvos apdirbamosios pramonės sektorius susiduria su naujais iššūkiais. Gilią gamybos tradicijas turinčioms šio sektoriaus įmonėms tenka konkuruoti su stipriomis ir didelę patirtį turinčiomis tarptautinėmis bei vietinėmis įmonėmis. Norėdamos sukurti konkurencingą produktą įmonės turi investuoti į pažangias gamybos technologijas, inovacijas, skaitmenizuoti gamybos procesą ir taip kurti aukštesnės kokybės produktus bei gerinti gamybos našumo rodiklį. Tačiau, statistikos duomenimis, investavimas į lietuvišką apdirbamosios pramonės sektorių, jo efektyvumą vyksta labai lėtai (3 pav.). Iki 2018 m. įsivyravęs nenoras investuoti į pramonės procesus blėsta, tačiau pagrindinė apdirbamosios pramonės investavimo kryptis – senų įrenginių pakeitimas naujais – auga su lyg kiekvienais metais, o visur kitur investavimo tempas nėra toks didelis, kaip norėtųsi. Investavimas į gamybos proceso mechanizavimą, skaitmeninimą ir naujų technologijų diegimą nuo 2015 m. mažėja ir šiuo metu sudaro tik 15 proc. visų investicijų, skirtų apdirbamajai pramonei.

Galima daryti išvadą, kad Lietuvos apdirbamąją pramonę pasižymi ne itin aukštu gamybos inovacijų lygiu, tačiau dėl sukuriamos pridėtinės ekonominės vertės, šalies konkurencingumo tarptautinėse rinkose šis sektorius yra ypač svarbi ateities gamybos technologijų vystymo sritis. Liūdna, kad įmonės mažiau dėmesio skiria esamiems gamybos procesams automatizuoti ar mechanizuoti, naujiems gamybos metodams diegti, nes 2019 m. tik 14 proc. įmonių planavo investuoti ar neinvestuoti šiam tikslui, o 2014 m. šis rodiklis siekė 22 proc. Tik turėdamos moder-

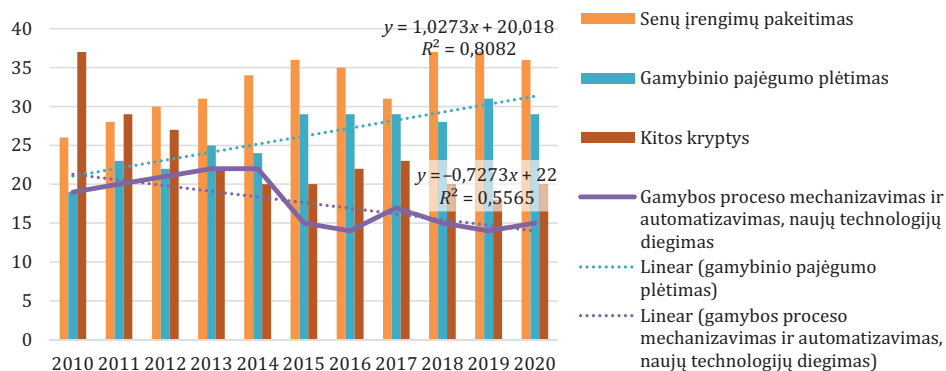
nią įrangą apdirbamosios gamybos įmonės gali pasiūlyti inovatyvius ir pažangius produktus bei suteikti galimybę konkuruoti ne tik nacionaliniu, bet ir pasauliniu mastu.

### 1.1. COVID-19 įtaka tolesnei apdirbamosios pramonės plėtrai

Pramonės skaitmeninimas tampa dar aktualesnis dabartinėmis pandemijos sąlygomis, kai padidėjo visuomenės traukiamasis iš didmiesčių į rečiau apgyvendintas teritorijas, todėl vis aktualesnis tampa darbas nuotoliniu būdu. Vykstant skaitmeninimo procesams vis realesnis tampa darbo persikėlimas iš biurų į namus, nesukeliant neigiamo poveikio apdirbamosios pramonės įmonių gamybos efektyvumui. Net tose pasaulio vietose, kur COVID-19 pradinis poveikis ėmė mažėti, rimtos pasekmės greičiausiai dar kurį laiką bus juntamos tiek kasdienėje rutinoje, tiek apdirbamosios pramonės įmonėse, o jų vadovai nuolat susiduria su nauju spaudimu.

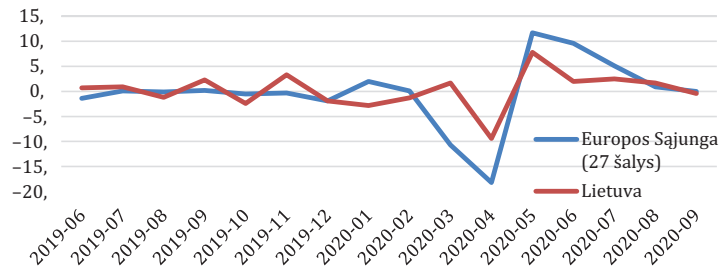
Gamybos sutrikimai dėl COVID-19 pandemijos kyla iš daugelio šaltinių, pradedant saugaus atstumo laikymosi priemonėmis ir darbuotojų kaita, žaliavų trūkumo klausimais, baigiant ribotu migrantų darbo jėgos judėjimu šalyse ir tarp kaimyninių šalių. Skaitmeninės technologijos gali padėti sušvelninti poveikį įvairiais būdais, padidindamos darbuotojų saugą, veiklos efektyvumą ir produktų kokybę. Remiantis Europos statistikos duomenimis, Lietuvos apdirbamosios pramonės padėtį pandemijos metu puikiai atspindi pramonės produkcijos indeksas<sup>3</sup>, kuris parodo pramonės sektoriaus produkcijos kiekį ir aktyvumą (4 pav.).

Pagal pramonės produkcijos indeksą (4 pav.) aiškiai matyti, kad pandemijos poveikis jos metu Lietuvoje buvo daug mažesnis lyginant su Europos Sąjungos šalių vidurkiu. Anot „Versli Lietuva“ tyrimų ir analizės skyriaus vadovo Vadimo Ivanovo, „Apdirbamosios gamybos sektorių labiausiai paveikė pandemijos sukeltas šokas užsienio



3 paveikslas. Apdirbamosios pramonės įmonių pagrindinės investavimo kryptys (šaltinis: Lietuvos statistikos departamentas, 2020)  
Figure 3. The main investment directions of manufacturing companies (source: Lithuanian Department of Statistics, 2020)

<sup>3</sup> Pramonės produkcijos indeksas (PPI) – rodiklis, parodantis produkcijos apimties pokyčius per tam tikrą laikotarpį. PPI skaičiuoti palyginamosiomis kainomis taikomas gamintojų parduotos produkcijos kainų indeksas. Mėnesiniai rezultatai lyginami su ikiataskaitinių ir ankstesnių metų atitinkamu mėnesiu bei su bazinių metų vidutiniu mėnesiu. Sezono ir darbo dienų įtaka pašalinama.



4 paveikslas. Pramonės produkcijos indekso pokytis pandemijos laikotarpiu (šaltinis: Eurostat, 2020)  
Figure 4. Change of industrial production index during the pandemic period (source: Eurostat, 2020)

rinkose, o neigiamus pokyčius paslaugų sektoriuje lėmė vidaus rinkos tendencijos, įvedus veiklos ribojimus“. Įmonės skaitmenizavimą verta planuoti iš anksto. Ši naujo tipo krizė atskleidė skaitmeninimo nepripažinusių įmonių trūkumus.

## 2. Skaitmeninimas bei skaitmeninimo plėtros problemos apdirbamojoje pramonėje

Prisimenant svarbius istorinius įvykius, pirmoji pramonės revoliucija įvyko 1750 m., kai mechaninei gamybai buvo pradėtas naudoti vanduo ir garas. Vėliau, XX a. pradžioje, įvyko antroji pramonės revoliucija, kai atsirado surinkimo linijos ir masinė gamyba panaudojant elektrą. Trečioji pramonės revoliucija prasidėjo 1960 metais. Siekiant automatizuoti gamybos procesus įmonėse buvo diegiamos elektronikos ir informacinės technologijos siejančios sistemos. Tai palengvino produkto projektavimo procesus, tačiau norint galutinai paruošti gaminį reikėjo atskirai susukti ar suvirinti daugybę detalių (Xu et al., 2018). Sukūrus ir integruojant šias sistemas atsirado kompiuteriu integruotos gamybos sistemos, o tai yra etapas, žymintis ketvirtosios pramonės revoliucijos pradžią.

Ketvirtoji pramonės revoliucija dabar apima gamybos proceso skaitmeninimą ir automatizavimą: kompiuterinį gaminių projektavimą ir trijų matmenų (3D) spausdinimą, kurį taikant galima pagaminti kietąjį produktą, sukuriant vieną po kitos einančias produkto dalis (Cimini et al., 2017). Skaitmeninimas – tai procesas, kai imami fiziniai informacijos formatai ir paverčiami skaitmeniniais formatais, pavyzdžiui, paštu siunčiami laiškai dabar siunčiami el. paštu, rankinės skaičiuoklės transformuojasi į „Excel“, rašomosios mašinėlės – „Google“ dokumentus. Pramonės skaitmenizavimas leidžia kurti produktus tuo pačiu metu keliose šalyse, vienam su kitu net nesusitikus, o tai pašalina atstumo ir transportavimo problemas (Qin et al., 2016).

Vykstant „Pramonė 4.0“ revoliucijai procesų įsiliejimas į gamybos procesus garantuotas, tačiau svarbu suvokti ir pasverti iššūkius bei galimybes, su kuriais susidurs įmonė skaitmenizuodama procesus. Kaip ir bet kurioje pramonės šakoje, yra daug dalykų, kurie gali sulaikyti apdirbamosios pramonės įmones nuo skaitmeninės pertvarkos iniciatyvų, ar tai būtų idėjos pardavimas aukštesnei vadovybei, ar kova dėl verslo ir personalo išteklių baimės. Siekdamas

įdiegti į gamybos procesus skaitmeninimo sprendimus, įmonės susiduria su įvairiomis problemomis, kurios pateiktos 1 lentelėje.

Remiantis įvairių autorių analizuojamomis problemomis, apdirbamosios pramonės sektoriaus vyraujančias skaitmeninimo problemas galima suklasifikuoti į keturias grupes:

1. *Trūkstanti žmogiškųjų išteklių įgūdžiai ir kompetencija.* Daugelis autorių, kalbėdami apie pramonės skaitmeninimą, pabrėžia kompetencijos ir įgūdžių stokos problemą. Moderniosios technologijos, procesų skaitmeninimas ir automatizavimas transformuoja procesus į lengviau valdomus ir atliekamus tik tuo atveju, jei su jais dirba tam reikalingus įgūdžius turintys specialistai (Wang et al., 2015). Remiantis užimtumo tarnybos duomenimis, 2019 m. labiausiai trūko elektromechanikos, technologijų ir gamybos inžinerijos, metalinių konstrukcijų paruošimo, elektros inžinierių specializacijos darbuotojų (Užimtumo tarnyba, 2019).

2. *Technologinės kliūtys.* Technologijų gausa ir didžiuliai jų panaudojimo būdų kiekiai taip pat sukelia problemą skaitmeninant apdirbamosios pramonės sektoriaus įmones. Didelis kiekis įvairių skaitmeninių modelių kūrimo programų, metodikų, skaitmeninės įrangos (lazerių, staklių, klijavimo mašinų) sukelia begales klausimų įmonės vadovams (Ramilo & Embi, 2014).

3. *Organizacinis ir strateginis barjeras.* Dar viena problemų sritis, susijusi su dėsiniu skaitmeninti apdirbamąją pramonę, tai įmonių vadovų iniciatyvos stoka ir baimė priimti naujus sprendimus, kurie kertasi su tradiciniais gamybos būdais. Įmonių vadovai turi pasirinkti ir atlikti užduotis, susijusias su tinkamu technologijų pasirinkimu ir plėtojimu, nusistatyti, kokios bus naudojamos saugumo programos ir kaip keisis duomenų prieinamumo klausimas visiems įmonių darbuotojams ir kitiems tiekimo grandinės dalyviams (Heavin & Power, 2018).

4. *Bendradarbiavimo su aplinka stoka.* Nors valstybės politika dėl pramonės skaitmeninimo yra kaip niekada palanki, pagal sudarytą pramonės skaitmeninimo kelrodį yra paruošta finansinė pagalba įmonėms. Tačiau apdirbamosios pramonės įmonėms svarbi ne tik finansinė parama, bet konsultacijos, specialistų ir mentorių pagalba (Leichteris et al., 2018). Todėl dar viena problema apdirbamosios



1 lentelė. Pramonės skaitmeninimo problemos  
Table 1. Problems of industrial digitization

Skaitmeninimo problematika plėtojant apdirbamąją pramonę	(Wang et al., 2016)	Kompetencijos trūkumas
		Paramos trūkumas iš išorės
		Tinkamų technologijų išsirinkimas ir pirkimas
		Nuolatinių pokyčių gausa
		Bijojimas rizikuoti
	(Bagdžiūnaitė et al., 2019)	Žmogiškųjų išteklių trūkumas
		Finansinių išteklių nepasiekiamumas
		Įmonių darbuotojų ir vadovų pasipriešinimas pokyčiams
		Žinių apie skaitmeninimą trūkumas
		Bendradarbiavimo su kitomis įmonėmis bei institucijomis stoka
	(Deloitte, 2019)	Vadovybės vizijos stoka
		Per didelis technologijų pasirinkimas
		Organizaciniai ir geografiniai silosai
		Kvalifikacijos trūkumas
		Noras turėti greitus rezultatus
	(Albukhitan, 2020)	Tradicinės gamybos laikymasis
		Pasipriešinimas pokyčiams
		Biudžeto apribojimai
		Profesinių žinių trūkumas
		Nelanksti įmonės strategija

pramonės skaitmeninimo kelyje – neužtektinas valdžios dėmesys apdirbamosios pramonės modernizavimui.

Taigi, visų pirma, norint pritaikyti ketvirtosios pramonės revoliucijos skaitmeninimo tendencijas, apdirbamosios pramonės įmonėms labai svarbu yra rimtas vidinis organizacijos noras, nes pagrindinius sprendimus dėl įmonės strategijos, naudojamų technologijų parinkimo, organizacinių subtilybių priima vienas ar keletas įmonės vadovų.

### 3. Lietuvos apdirbamosios pramonės plėtros tendencijos

Skaitmeninė transformacija turi potencialą iš esmės pakeisti visos ekonomikos struktūrą. Kaip buvo minėta įvairių autorių, „Pramonė 4.0“ revoliucija yra orientuota į skaitmeninimą ir senesnių technologijų pakeitimą. Tačiau svarbu nepamiršti ir stengtis integruoti kibernetines-fizines sistemas, kurios užtikrintų informacijos saugumą bei patobulintų gamybos sistemų organizavimą (Crnjac et al., 2017).

Viena didžiausių pramonės skaitmeninimo problemų – trūkstami išsilavinę ir kompetentingi darbuotojai. Šalies valdžia turi sutelkti dėmesį į politiką ir investicijas į žmogiškąjį kapitalą bei švietimą, kad parengtų darbo jėgą darbui ateityje. Norint pasiekti skaitmeninę pasaulį, reikia skatinti skaitmeninį raštingumą ir techninius skaitmeninius įgūdžius, nesvarbu, kokį darbą ateityje dirbs dabartiniai jaunuoliai, kokias jie eis pareigas ar kokioje pramonės šakoje dirbs, jiems reikės tam tikro lygio skaitmeninių įgūdžių. Labai svarbus vyriausybės įsikišimas ir bendra-

darbiavimas su pramonės įmonėmis, kad būtų sumažinta kvalifikuotų darbuotojų rengimo spraga. Įmonės turi vystyti investuodamos į švietimo programas, užtikrinamos, kad skaitmeniniai įgūdžiai yra neatsiejama mokymo programos dalis, taip pat padėdamos persikvalifikuoti ir tobulėti esamiems darbuotojams. Vienas iš būdų įgyvendinti šią idėją – sukurti regionų sektorinių kompetencijų erdvę, kuri analizuotų regione veikiančių įmonių poreikius dėl reikiamų kompetencijų, komunikuočių ir palaikytų bendradarbiavimą tarp regiono švietimo įstaigų ir verslo, teiktų prognozes nacionalinei žmogiškųjų išteklių stebėsenos ir planavimo platformai. Tokia funkcija skatintų regioninių savivaldybių bendradarbiavimą žmogiškųjų išteklių potencialo didinimo srityje, gerintų švietimo kokybę regione ir prisidėtų prie regiono ekonominio bei socialinio vystymosi (Invest Lithuania, 2020). Taip pat labai svarbu, kad švietimo programos būtų prieinamos abiem lytims ir kad būtų panaikintas skaitmeninių įgūdžių lyčių skirtumas bei užtikrintas lygių teisių mokymosi prieinamumas.

Visuomenės paramos institucijos – taip pat svarbi pramonės skaitmeninimo plėtros dalis. Šios institucijos teikia konsultacijas ir mokymus įmonėms, kurioms trūksta žinių, kad efektyviausiai įgyvendintų naujus sprendimus. Tokios organizacijos kaip Lietuvos inovacijų centras, Lietuvos verslininkų, mokslo ir technologijų parkai ir kt. galėtų pasiūlyti savo ekspertų patarimus, padėti surasti reikiamą partnerį ar technologijas ir suteikti aktualios informacijos apie esamas finansinės paramos agentūras. Tokių įmonių pagalba padėtų išspręsti technologinių kliūčių problemą apdirbamosios pramonės įmonėms bei leistų

įmonės vadovams lengviau priimti organizacinius ir strateginius įmonės sprendimus.

Klasterių, regioninių mazgų, verslo inkubatorių kūrimasis – vienas iš būdų, leidžiančių įmonėms nepasimesti technologijų gausoje ir skirti investicijas naujoms technologijoms diegti. Bendro kūrimo arenos, tokios kaip verslo klasteriai, gali būti labai vertingos įmonėms, neturinčioms didelių išteklių, skirtų inovacijų veiklai, pavyzdžiui, skaitmeninimui ir skaitmeninei transformacijai (Eikebrokk et al., 2020). Gamybos organizavimas klasteryje yra tarpusavio priklausomybės lygmens veikla, taip veikti reikalingi stiprūs asmeninės ir organizacijų lyderystės įpročiai bei įgūdžiai. Norėdamos išvystyti efektyvų klasterių veikimą, įmonės turi tam parengti ir savo darbuotojus, tokios veiklos reikia kryptingai mokytis, būtina nuolat vystyti narių tarpusavio santykius, puoselėti tarpusavio pagarbą ir pasitikėjimą.

Gamybos skaitmeninimas suteikia darbo našumo potencialą augti. Įmonės lengviau galės konkuruoti vidaus rinkoje, o palaiapsniui gali išaugti noras konkuruoti ir pasauliniu mastu. Todėl dar vienas svarbus aspektas pramonės skaitmeninimui – tarptautinio verslo plėtra. Svarbu integravimosi į tarptautinio verslo vandenį svarbą suvokti ne tik per pelno siekimo prizmę, bet kaip itin svarbų pažinimo, mokslo ir studijų objektą (Melnikas, 2011). Tarptautinė plėtra gali būti suvokiama keliais aspektais, o vienas iš jų, kuris turėtų būti aktualus ir lengvai įgyvendinamas apdirbamosios pramonės sektoriui, – tarptautinė prekyba. Žinoma, konkuravimas su moderniomis užsienio šalių apdirbamosios pramonės sektoriaus įmonėmis didelis darbas, tačiau tai svarbu visai šalies ekonomikos sistemai.

## Išvados

1. Lietuva turi daug galimybių tapti intelektualius inžinerinius sprendimus ir gamybą telkiančiu Europos centru. Stipriai išvystytam ir progresuojančiam Lietuvos apdirbamosios gamybos sektoriui per metus tenka 19,4 % sukuriama BVP. Taigi apdirbamosios pramonės sektoriaus produktų eksportas Lietuvai turi itin didelę svarbą ir šio proceso analizei turėtų būti skirtas ypatingas dėmesys. Įmonėms, norinčioms pasivyti įsibėgėjančią ketvirtąją pramonės revoliuciją, veiksmų reikia imtis kuo skubiau. Kiekvienos šalies pažanga priklauso nuo to, kiek visuomenė yra atvira technologinėms naujovėms. Siekiant, kad Lietuvos apdirbamosios gamybos pramonė ir toliau progresuotų, tiek pačios apdirbamosios pramonės įmonės, tiek visuomenė turėtų vystyti glaudesnę gamybos informacinių ir ryšių technologijų sąjungą, įvaldyti pažangias skaitmenines technologijas, apgalvotai investuoti ir įvertinti apdirbamosios pramonės skaitmeninio reikšmę. Apdirbamosios pramonės sektorius apima platų įvairių veiklos rūšių ir gamybos būdų spektrą, pradedant mažomis įmonėmis, gaminančiomis vienetines prekes, taikančiomis tradicinius gamybos metodus, ir tęsiant iki labai didelių įmonių, kurių gamybos procesas atspindi ilgą ir sudėtingą gamybos tiekimo grandinę,

ir jose jau gaminami sudėtingi iš didelio kiekio įvairių komponentų sudaryti produktai. Visos apdirbamosios pramonės sektoriaus analizė suteikia galimybę suvokti šio sektoriaus mastą ir reikšmę visai nacionalinės ekonomikos plėtrai. Svarbu dirbti, analizuoti ir nesustoti.

2. Atlikta mokslinės literatūros analizė atskleidė skaitmeninio raišką ir poveikį apdirbamosios pramonės sektoriui. Esminiai skaitmeninio požymiai: mobilusis internetas, dirbtinis intelektas, nanotechnologijos, atsinaujinantys energijos šaltiniai, robotika, mechatortika ir kt. Technologijų sintezė ir pokyčių greitis išskiria ketvirtąją pramonės revoliuciją iš ankstesnių revoliucijų. Viena didžiausių pramonės skaitmeninio problemų – trūkstanti išsilavinę ir kompetentingi darbuotojai. Šalies valdžia turi sutelkti dėmesį į politiką ir investicijas į žmogiškąjį kapitalą bei švietimą, kad parengtų darbo jėgą darbo ateičiai. Norint pasiekti skaitmenintą pasaulį, reikia skatinti skaitmeninį raštingumą ir techninius skaitmeninius įgūdžius, nesvarbu, kokį darbą, kokias pareigas ar kokią pramonės šaką ateityje dirbs dabartiniai jaunuoliai, jiems reikės tam tikro lygio skaitmeninių įgūdžių. Išnagrinėjus apdirbamosios pramonės skaitmeninio procesus, keičiasi suvokimas apie intelektinę veiklą, mąstymą, kūrybą, bendradarbiavimą, tai leidžia daryti pokyčius ne tik technologijų bei inovacijų taikymo srityje, bet ir ekonominiame gyvenime. Juk, tobulėjant visuomenei, siekiame ne tik technologinio efektyvumo, bet socialinio visuomeninio, o tai išvysto kelių ekonominiams efektyvumui.
3. Pasaulinė pandemija ir su ja susiję ekonominiai suvaržymai parodė, kad apdirbamosios pramonės įmonės yra labai svarbu investuoti į skaitmeninimą, nes tik taip bus galima užsitikrinti vietą tiek nacionalinėse, tiek europinėse rinkose. Įmonių galimybės būti konkurencingoms ir atsparioms, susidūrus su tokiomis netikėtomis aplinkybėmis, priklausys nuo skaitmeninio lygio, nes įvairios skaitmeninės technologijos įmonėms suteikia galimybę tęsti veiklą nepaisant sulaikymo priemonių. Ketvirtosios pramonės revoliucijos technologijos, tarp jų ir skaitmeninimas, lemia reikšmingą gamybos efektyvumo augimą ir leidžia įmonėms gaminti vartotojams pritaikytas prekes bei produktus.

## Literatūra

- Albukhitan, S. (2020). Developing digital transformation strategy for manufacturing. *Procedia Computer Science*, 170, 664–671. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.173>
- Bagdžiūnaitė, D., Samasionokaitė, K. ir Miniotaitė, M. (2019). *Pramonės 4.0 vystymo Panevėžio regione 2019–2023 m. strategija*. <http://kurklt.lt/wp-content/uploads/2018/09/Pramonės-4.0-vystymo-Panevėžio-regione-strategijos-projektas-supriedais-final.pdf>
- Cimini, C., Pinto, R., & Cavalieri, S. (2017). The business transformation towards smart manufacturing: A literature overview about reference models and research agenda. *IFAC-PapersOnLine*, 50(1), 14952–14957. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.2548>

- Construction and architecture. (2019). The industry of the Baltic states: Heading the same direction. *Baltic Industry Magazine*, 4–9. [https://issuu.com/statybairarchitektura/docs/baltic\\_industry\\_2019](https://issuu.com/statybairarchitektura/docs/baltic_industry_2019)
- Crnjac, M., Veža, I., & Banduka, N. (2017). From concept to the introduction of industry 4.0. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 8(1), 21–30.
- Deloitte. (2019). *Success personified in the fourth industrial revolution: Four leadership personas for an era of change and uncertainty*. [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/gx-davos-DI\\_Success-personified-fourth-industrial-revolution.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/gx-davos-DI_Success-personified-fourth-industrial-revolution.pdf)
- Eikebrokk, T. R., Aspø, K., Sajets, E., & Olsen, D. H. (2020). Co-creation for digitalization: A study of co-creation in Norwegian business clusters. In *19th Conference on e-Business, e-Services and e-Society* (pp. 126–137). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-44999-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-44999-5_11)
- Eurostat. (2020). *Industrial production (volume) index overview*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/regions/data/database>
- Heavin, C., & Power, D. J. (2018). Challenges for digital transformation – towards a conceptual decision support guide for managers. *Journal of Decision Systems*, 27(Suppl. 1), 38–45. <https://doi.org/10.1080/12460125.2018.1468697>
- Invest Lithuania. (2020). *Lithuania economy transformation: 4 strategic directions* [Lietuvos ekonomikos transformacija: 4 strateginės kryptys]. <https://www.investlithuania.com/wp-content/uploads/Lietuvos-ekonomikos-transformacija-2020.pdf>
- Leichteris, E., Izgorodin, A., Jakubavičius, A., Jasėnas, A., Kudarauskienė, A., Van Der Molen, S., Leiputė, B. ir Bacevičius, P. (2018). *Lietuvos pramonės skaitmeninimo kelrodis 2019–2030*. [https://eimin.lrv.lt/uploads/eimin/documents/files/Kelrodis LT v2.pdf](https://eimin.lrv.lt/uploads/eimin/documents/files/Kelrodis_LT_v2.pdf)
- Lietuvos statistikos departamentas. (2020). *Prekių eksportas (pagal įmonių dydžio grupes)*. <https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize/#/>
- Melnikas, B. (2011). *Transformacijų visuomenė: ekonomika, kultūra, inovacijos, internacionalizavimo procesai*. Technika. <https://doi.org/10.3846/1906-M>
- Nagulevičius, E. ir Jakubavičius, A. (2019). Gamybos proceso modernizavimas, pramonės skaitmenizavimo iššūkių kontekste. Iš *22-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“* (p. 1–9), Vilnius, Lietuva. <http://jmk.vvf.vgtu.lt/index.php/Verslas/2019/paper/view-File/374/150>
- Qin, J., Liu, Y., & Grosvenor, R. (2016). A categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond. *Procedia CIRP*, 52, 173–178. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.08.005>
- Ramilo, R., & Embi, M. R. B. (2014). Critical analysis of key determinants and barriers to digital innovation adoption among architectural organizations. *Frontiers of Architectural Research*, 3(4), 431–451. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2014.06.005>
- Schwab, K. (2016). Profound and systemic change. In *The fourth industrial revolution* (pp. 11–13). World Economic Forum.
- Statistikos departamentas. (2008). *Ekonominės veiklos rūšių klasifikatorius* (EVRK 2 red.). [https://osp.stat.gov.lt/documents/10180/24308/EVRK2red\\_klasif\\_leidinys.pdf](https://osp.stat.gov.lt/documents/10180/24308/EVRK2red_klasif_leidinys.pdf)
- Urbach, N., & Röglinger, M. (2019). *Digitalization cases*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-95273-4>
- Užimtumo tarnyba. (2019). *Lietuvos užimtumo tendencijos ir ateities prognozės*. <http://uzt.lt/wp-content/uploads/2019/04/tendencijos-2.pdf>
- Wang, S., Wan, J., Zhang, D., Li, D., & Zhang, C. (2016). Towards smart factory for industry 4.0: A self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. *Computer Networks*, 101, 158–168. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2015.12.017>
- Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941–2962. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>

## TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF DIGITALIZATION OF MANUFACTURING INDUSTRY IN LITHUANIA: PROBLEMS AND PERSPECTIVES

I. Sūdžiūtė, A. Jakubavičius

### Abstract

The fourth industrial revolution and the digital transformation that comes with it is making manufacturing processes more effective, easier to control and optimise. It allows manufacturing businesses to gradually increase productivity and reduce resource use. Digitalisation is fundamentally changing all social segments and the economy; therefore, digitalisation does not solely affect the manufacturing industry but also the macroeconomy and public employment of the country. The current global pandemic has played a major role in encouraging the Lithuanian manufacturing industry to search for new ways to reduce manual human labour in the manufacturing process and to optimise it. The industrial digitalisation revolution is undoubtedly going to result in multiple opportunities for various parts of the society, however the unprecedented speed of these changes is going to interfere with the economy and labour market on a broader scale. Thus, it is important to attempt to mitigate the risks of jobs being replaced by technologies, polarisation of the labour market and increasing inequality among people and regions to successfully introduce digital technologies in manufacturing businesses. The aim of this article is to reveal the predicted trends, benefits, and challenges in development of digitalization of Lithuanian manufacturing industry. This is achieved by systemic analysis of literature and statistical data, and data visualisation.

**Keywords:** manufacturing industry, digitalisation, industrial revolution, COVID-19, technological innovation.