



GAMYBOS PROCESO MODERNIZAVIMAS, PRAMONĖS SKAITMENIZAVIMO IŠŠŪKIŲ KONTEKSTE

Edvinas NAGULEVIČIUS^{1*}, Artūras JAKUBAVIČIUS²

^{1,2}*Vilniaus Gedimino Technikos Universitetas, Verslo vadybos fakultetas, Verslo technologijų ir verslininkystės katedra, Saulėtekio al. 11, 10223, Vilnius, Lietuva*

Gauta 2019 m. sausio 14 d., priimta 2019 m. vasario 1 d.

Santrauka. Globalizacijos kontekste sparčiai besinaujinančios technologijos ir sparčiai besivystanti ekonomika sukėlė naują pasikeitimų bangą. Bendrai yra žinomas terminas „Pramonė 4.0“, jis buvo paskelbtas siekiant pabrėžti naująją pramonės revoliuciją. Daugelis pramoninių, gamybinių organizacijų ir įmonių tiria šį konceptą, tačiau „Pramonė 4.0“ pasiekimo kriterijai yra vis dar neaiškūs. Šis straipsnis fokusuojasi į fundamentinius „Pramonė 4.0“ konceptus, dabartinių gamybos sistemų struktūrą. Taip pat bus apžvelgtas esminis gamybos konceptas, tiekimo grandinės struktūra ir klientų aptarnavimo įtaka gamybai, norint suprasti kaip siejasi skaitmenizavimas ir gamyba. Didžiausias indelis bus skiriamas „Pramonė 4.0“ konceptui suformuluoti, išskiriamos ir suformuluotos pagrindinės skaitmeninio charakteristikos. Mokslinės literatūros pagrindu bus analizuojamas gamybos proceso ir „Pramonė 4.0“ konceptas, palyginamosios analizės būdu iširtos Lietuvos gamybos tendencijos skaitmenizavimo kontekste.

Reikšminiai žodžiai: gamybos procesai, tiekimo grandinės, klientų aptarnavimas, skaitmenizavimas, pramonė 4.0., modernizavimas, gamybos sistemos.

Įvadas

Vykstanti globalizacija sukelia masiškus pasikeitimus dabartinėje ekonominėje būklėje. Gamybinės įmonės yra priverstos tobulėti ir keistis. Įvairūs žurnalai rašo, jog įmonės skiria masiškas investicijas skaitmenizavimuisi, anot Straitstimes (2017) Vokietijos puslaidininkų gamintojas, investuoja 105 milijonus dolerių į gamyklas Singapūre, kad paverstu jas sumaniomis gamyklomis. Ateinant naujai pramonės revoliucijai „Pramonė 4.0“, įmonės pradeda intensyviai skaitmenizuotis, kad išliktų rinkoje. Tokios technologinės iniciatyvos iš esmės keičia visuomenės gyvenimą ir įpročius. Pramonės perversmai visad keitė gamybos, transporto ir kasdieninio gyvenimo pobūdį.

Anot Schumacher (2016) dabartinė gamybos sistema gali būti apibūdinta kaip didinančios efektyvumą gaminimo procesų atžvilgiu. Tai yra LEAN mąstymas ir žemos technologinės vertės robotai, mechanizmai. Didinti gamybos procesų efektyvumą buvo trečiosios pramoninės revoliucijos bruožas. Ateinant ketvirtajai revoliucijai ji atsineša ir visiškai kitokį požiūrį į gamybos sistemą. Norima skaitmenizuotai surišti visus procesus horizontaliai (per visas dedamasias, kurios kuria vertę) ir vertikalčiai (per visus automatizavimo lygius). Pilnai surišti fabrikai, mašinos, produktai turės galimybę dirbti ir sąveikauti savarankiškai be žmonių įsikišimo. Konceptai, tokie kaip daiktų internetas, sumanus fabrikas, kibernetinės sistemos, gamyba iš debesies, įgalina ketvirtosios revoliucijos įgyvendinimą. Yra puikiai suprantama, kad tokia vizija yra sudėtinga ir komplikuota. Ji reikalauja didelių investicijų ir gerų ekspertų. Ypač smulkaus ir vidutinio verslo įmonės yra nežinomybėje dėl finansavimo šioms technologijoms ir kaip jos paveiks jų dabartinį verslo modelį.

Moksliniuose straipsniuose autoriai vienodai pabrėžia skaitmenizavimo svarbą gamyboje (Wang, 2016; Qin & Liu, 2016; Ugerman, 2018; Heiner, 2016; Friederichsen, 2014; Brettel, 2014). Jie teigia, jog įmonės turi diegti naujausias technologijas. Nesinaujinanti, nediegianti inovacijų įmonė yra pasmerkta būti išstumta iš rinkos. Naujovės tampa būtinybė nuo kurių priklauso įmonės sėkmė. Ketvirtoji pramonės revoliucija iš esmės jau pradeda keisti gamybos procesus, verslo modelius, asmeninį gyvenimą.

Straipsnyje apžvelgiamas gamybos konceptas, taip pat analizuojamas ketvirtosios pramonės revoliucijos konceptas ir atliekama tiriamoji analizė.

Tyrimo objektas – gamybinių procesų skaitmeninimas.

* Autorius susirašinėti. El. paštas edvinas.nagulevicius@stud.vgtu.lt

Tyrimo tikslas – atliekant mokslinės literatūros ir palyginamąją analizę, įvertinti skaitmenizacijos proceso diegimo gamyboje sudėtingumą.

Tyrimo uždaviniai:

1. Mokslinės literatūros pagrindu išanalizuoti gamybos proceso konceptą ir pateiktį jo kompleksiskumą.
2. Mokslinės literatūros pagrindu išanalizuoti „Pramonė 4.0“ konceptą ir pateiktį jos kompleksiskumą.
3. Palyginamosios analizės būdu ištirti tendencijas Lietuvoje skaitmenizavimo kontekste.

Gamybos procesas

Yra labai svarbu suprasti kas yra gamyba ir kodėl ji svarbi. Zinkevičiūtė (2013) apibūdina gamyba kaip sudėtingą sistemą, apimančią visą procesą, pradedant nuo gamybinės įmonės aprūpinimo žaliavomis, jų panaudojimo gaminant gaminį ir baigiant produkcijos paskirstymu. Kiti autoriai, tokie kaip Shekhat (2014) skelbia, kad gamyba naudoja resursus, kad sukurtų produktus ar paslaugas, kurios yra tinkamos rinkos ekonomikai. Tai gali įtraukti patį gaminimą, sandėliavimą, gabenimą, pakavimą. Caves (2014) knygoje „Can They Make it Better?“ rašo, kad gaminių ir paslaugų gamyba apima resursų transformavimą, tokį kaip darbo jėga, elektra, grynos medžiagos, paslaugos, tiekiamos kitų įmonių, ir mašinos – į pagamintus produktus, tačiau kitokią nuomonę pateikia Wang ir kt. (2016) teigdami, kad gamyba yra dalis didesnės schemas, žinomos, kaip operacijos. Terminas „operacijos“ apima visas sistemas, kurios reikalingos, jog darbas būtų atliktas. Tai įtraukia visas paslaugas susijusias su tiekimu ir pačia gamyba. Visi autoriai turi skirtingas mintis, tačiau jos yra panašios ir turi sutapimų. Kitaip galima būtų teigti, jog gamyba yra ne vienas konkretus procesas, o procesų visuma, kuri apima tokias sritis kaip apsirūpinimas medžiagomis, gatavos produkcijos paskirstymas, žaliavų paskirstymas. Tai yra viena didelė visuma, kurią būtų sunku valdyti be reikalingų priemonių. Gamybinėse įmonėse, gamybos procesas yra vienas iš svarbiausių įmonės aspektų, jį taisyklingai susistemintus galima pagerinti produkcijos kiekį, sumažinti pagaminimo laiką, sumažinti broko kiekį įmonėje.

Anot autorių Mattsson ir Gullander (2011) daugelis įmonių šiomis dienomis kenčia nuo didelių reikalavimų našumui, lankstumui ir tvarumui, sujungtiems su naujų produktų pristatymu ir pritaikymu. Tai padidina produkcijos kompleksiskumą. Gerai valdydama savo vidinę veiklą, gamybos procesą, ir išorinę veiklą, įmonė gali įgauti konkurencingo pranašumo ir taip patenkinti savo klientų poreikius (laiką, kainą, pridėtinę vertę) bei užtikrinti pelną įmonėje. Taip pat, yra skirtingų gamybos tipų. Mahmoud (2014) apibūdina 4 gamybos tipus:

- Individuali;
- Serijinė;
- Smulki serijinė;
- Masinė.

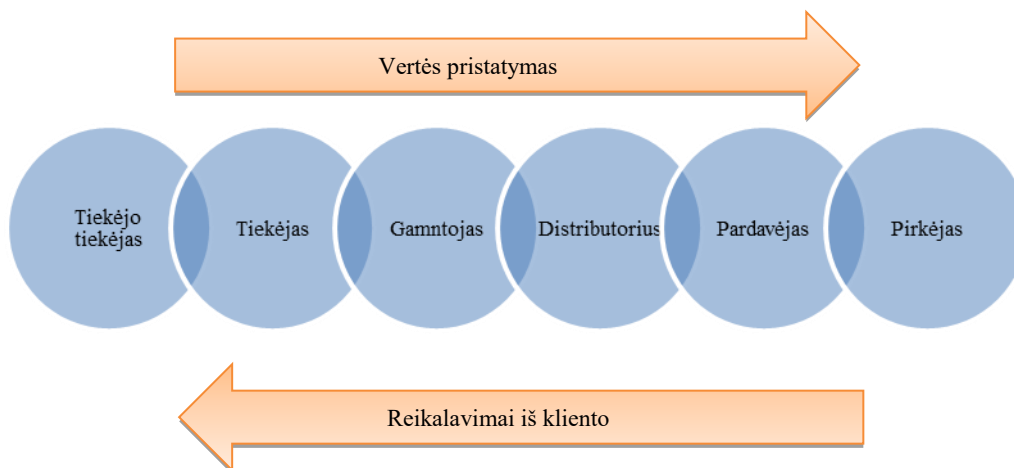
Tuo tarpu, LaMarco (Bizfluent, 2018) irgi išskiria 4 tipus, tačiau jie šiek tiek skiriasi nuo anksčiau minėto autoriaus tipų:

- Individuali (vienetinė);
- Serijinė;
- Masinė;
- Lanksti.

Paskutinė gamybos sistema yra moderniausia gamybos sistema, kuri iškilo prasidėjus „Pramonė 4.0“. Ji reikalauja daug investicijų, tačiau teorija teigia, jog su tokia sistema galima tapti individualių užsakymų įmone su masinės gamybos įkainiais. Gamybinės įmonės siekia sugeneruoti greitai ir maža kaina aukštą produktų kokybę. Skaitmeninimas siūlo milžinišką potencialą dėl kokybės gerinimo, lankstumo ir našumo, rašo Hoellthaler & Braunreuther (2018). Tad galime daryti išvadas, jog norint pasiekti lanksčiąją gamybą, skaitmeninimas yra neišvengiamas.

Tiekimo grandinės konceptas gamyboje

Tobulinant gamybą iškyla klausimas: kaip gerinti darbo našumą. Rakickas (2010) savo disertacijoje rašo, kad vienas iš dar neišnaudotų darbo našumo didinimo būdų yra tiekimo grandinės procesų paradigma. I paveiksle matome tradicinį tiekimo grandinės modelį. Iš šio paveikslo ir autoriaus galime teigti, jog tiekimo grandinė yra neatsiejamas procesas nuo gamybos ir taip pat turėtų būti nagrinėjamas.



1 paveikslas. Tradicinė tiekimo grandinė (Lu, 2011)

Lu (2011) teigia, jog tiekimo grandinė yra persipynusių dalyvaujančių kompanijų, kurios prideda vertės prie srovės, kurioje transformuojami resursai į galinius produktus arba paslaugas, kurios reikalingos galiniam klientui. Panašią nuomonę turi Reiner (2014) ir Ingra (2016), kurie teigia, jog tiekimo grandinė yra sisteminis priėjimas prie daiktų valdymo, pradėdamas nuo grynos žaliavos, per gamintojus ir iki galinio kliento. Iš čia galima suprasti, kad tiekimo grandinė nėra vien žaliavos parūpinimas. Tiekimo grandinė veikia gamybinėse įmonėse daugeliu būdų: valdo prieinamumą prie žaliavų, kurios reikalingos procesams, jų kainas, pelningumą gaminamų objektų, įmonės infrastruktūrą ir būdus, kuriais įmonės bendrauja su savo tiekėjais. Prie šių nuomonių, taip pat galime įtraukti ir Zinkevičiūtės (2013) nuomonę, kuri rašo jog tiekimo grandinė – tai tiesiogiai ar netiesiogiai su užsakovo išsakytu poreikiu įgyvendinimu susijusių subjektų visuma. Visų autorių nuomonė sutampa ir yra aiški, kad tiekimas yra suprantamas, kaip visuma, o ne atskiri komponentai.

„Pramonė 4.0“ gali turėti didelės įtakos tiekimo grandinės veiklai, verslo procesams ir modeliams, taip rašo autoriai Luthra ir Mangla (2018) apie skaitmenizavimo įtaką tiekimo grandinei. Autorius Schlüter (2017) prisideda prie pastarųjų autorių nuomonės ir teigia, jog skaitmenizavimas išvystys tvirtas tendencijas versluose, ypač gamybos aplinkose. Duarte ir Luthra teigia, kad gamybai turės didelės įtakos tiekimo grandinės modernizavimas. Galima daryti prielaidą, jog gamybos skaitmenizavimui taip pat yra svarbus ir tiekimo modernizavimas ir turi būti įtrauktas prie viso gamybos koncepto.

Klientų aptarnavimas gamybinėse įmonėse

Anot Šaulinsko (2013), jeigu šiandien dar galima teigti, jog lojalūs klientai yra patenkinti klientai, tai priešingas ryšys egzistuoja ne visada. Šiandien įgyti tikrąjį klientų lojalumą yra gerokai sunkiau nei suteikti jiems momentinį patenkinimą. Klientų aptarnavimas yra dar viena labai svarbi dedamoji gamybinės įmonės egzistavimui. Ties klientų aptarnavimu Zinkevičiūtė (2013) pasisako, kad ir koks patrauklus bebūtų produktas, svarbu, kad aptarnavimas atitiktų kliento lūkesčius. Aptarnavimas turi tiesioginės įtakos įmonės pelningumui. Taip pat, Mitrović (2015) rašo, jog klientų aptarnavimas indikuoja norą gamintojų arba pardavėjų pristatyti reikiamą produktą reikiamu laiku. Pagal autorių kliento aptarnavimas tiesiogiai kuria produkto vertę ir ją parduoda klientui. Produkto materialios savybės (kuriamos gamybos proceso): kokybė, prekės fizinės savybės, stilius, naudojimo savybės; produkto nematerialios savybės (kuriamos klientų aptarnavimo): užsakymo paprastumas, po sandorinis aptarnavimas, pristatymo patikimumas, lankstumas, tiekimo pastovumas.

Visi minėti autoriai rašo, jog klientų aptarnavimas tiesiogiai siejasi su gamyba ir gali būti jog netolimoje ateityje klientas turės tiesioginį ryšį su gamybos procesu.

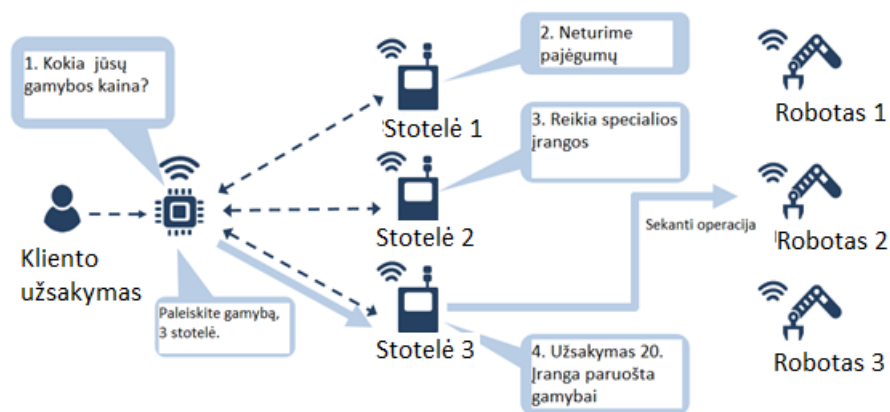
Pramonė 4.0 koncepcija

Pramonė yra ekonomikos dalis gaminanti materialines prekes, kurios yra mechanizuotos ir automatizuotos (Lasi, Kemper, Feld & Hoffmann (2014). Nuo pat industrializacijos pradžios, technologiniai šuoliai lėmė paradigmos pokyčius, kurie dabar vadinasi “pramonės revoliucijos”. Pirmosios pramonės revoliucijos pagrindinis aspektas buvo mechanizacija. Atsiradus garo mašinai, pradėjo vystytis automatizacija ir judantys komponentai, kurie įgalino

papildomas gamybinio apdirbimo funkcijas. Atradus būdą kaip sugeneruoti elektros energiją, įvyko antroji pramonės revoliucija (Qin ir Liu, 2016). Elektros įvedimas į gamybą leido atsisakyti sunkios darbo jėgos ir įdarbinti mechanizmus. Trečioji pramonės revoliucija įvyko remiantis loginių valdiklių atsiradimu. Tai leido automatizuoti mechanizmus, taip atsisakant fizinio darbo. Remiantis pažangių skaitmeninio sumanių objektų srityje deriniu, galime teigti, jog rezultatas yra naujas paradigmos pokytis pramoninėje gamyboje. Į ketvirtosios pramonės revoliucijos ateities viziją įeina modulinės ir efektyvios gamybos sistemos, charakterizuoti scenarijai, kuriuose produktai kontroliuoja patys savo gamybos procesus. Idėja turėtų realizuoti individualią gamybą mažomis serijomis, išlaikant tapačią ekonominę naudą kaip masinė gamyba. Anot Brettel ir Friederichsen (2014) fabrikuose produktai komunikuos su aplinka ir turės įtakos konfigūruojamoms sistemoms, kurios pačios pasiskirstys pagal esamą situaciją.

Heiner (2016) teigia, jog yra du pagrindiniai faktoriai, kurie lemia naujosios pramonės revoliucijos vystymąsi. Pirmasis faktorius – taikymo “trauka”, kurią skatina poreikis keistis. Ši faktorių sukelia socialiniai, ekonominiai ir politiniai veiksniai :

- Individualizavimas pagal poreikį: rinkos perversmas nuo pardavėjo iki pirkėjo. Ši tendencija didina produktų individualizavimą. Kraštutiniais atvejais gamybose vyksta net vieno individualaus produkto gamyba.
- Lankstumas: pagal naujus sisteminius reikalavimus yra reikalinga lanksti produktų kūrimo sistema. Produkcijos gamybos ciklas privalo būti prisitaikantis ir lankstus.
- Trumpi vystymo laikai: naujų technologijų, produktų vystymo laiką privaloma trumpinti. Gebėjimas diegti inovacijas tampa daugelio įmonių sėkmės faktoriumi (laikas į ranką). Ugerman (2018) taip pat prideda, jog dėl šio faktoriaus turi tobulėti ir keistis netik technologijos, bet ir žmonių mąstymas.
- Decentralizacija: tam kad įmonės greičiau susidorotų su specifinėmis užduotimis, greičiau priimtų sprendimus, reikia atsisakyti hierarchinės organizacinės sistemos (žr. 2 pav.)
- Išteklių valdymas: anot Shrouf, Ordieres, & Miragliotta (2014) dėl resursų mažėjimo, padidėjusių kainų, taip pat ir pakitusio socialinio požiūrio į ekologiją, būtina resursų valdymą keisti į tvaresnį. Tikslas efektyviau valdyti resursu ekonominiu ir ekologiniu atžvilgiu.



2 paveikslas. Decentralizuota gamybos sistema (Almada-lobo, 2017)

Pažiūrėjus iš kitos pusės, pramonėje taip pat vyksta ir technologinis postūmis. Šis technologinis postūmis jau paveikė žmonių asmeninius gyvenimus. Sumanūs telefonai, nešiojamieji kompiuteriai, 3D spausdintuvai, taikomosios programėlės. Tačiau, pramoniniame kontekste inovatyvios technologijos dar tik pradeda įeiti į vertės kūrimo grandį, dėl to galime identifikuoti technologinio postūmio metodus :

- Skaitmeninimas ir tinklaveika: vis didėjantis gamybos ir gamybos įrankių skaitmenizavimas veda prie vis didesnės aktuatorių ir sensorių surinktos duomenų bazės, kuri palaiko kontrolės ir analizės funkcijas. Skaitmeninimo procesai, taip pat evoliucionuoja, lygiagrečiai su tinklaveika tarp techninių komponentų, taip pat vystosi sąryšis tarp produktų ir paslaugų. Visa tai veda prie visiškai skaitmenintos aplinkos. Lee ir Kao (2014) apibūdina produktus, kaip informacijos nešėjus, kurie yra sujungti ir su kitais produkto moduliais ir su pačiu gamybos procesu. Visa tai yra varomosios dedamosios, naujoms technologijoms, kaip simuliacijos, kibernetinė apsauga, papildyta realybė.

- Automatizacijos ir mechanizacijos padidėjimas: darbo procese bus naudojama vis daugiau ir daugiau techninės pagalbos, kuri palengvins fizinį darbą. Automatizavimo sprendimai prisitaikys prie įvairių operacijų. Strandhagen (2017) užsimini, kad automatizavimas taip pat turės daug įtakos transportavimui, vienas iš pavyzdžių yra automatizuotos autonominės važiuoklės, kurios transportuos gaminius po fabriką, taip pat bus kuriamos autonominės darbo kelės, į kurias įeis dispozininiai, analitiniai komponentai, kurie galės operuoti ir optimizuoti gamybos procesus, be žmogaus pagalbos.
- Miniatiūrizacija: vyksta tendencija viską miniatiūrizuoti. Dar prieš 15 metų, tam kad būtų įmanoma valdyti robotus, valdikliai ir kompiuteriai užimdavo daug ir svarbios erdvės darbo vietose, dabar kompiuteriai su ryškiai efektyviais greičio ir atsakomumo parodymais, gali būti įkišami į žmogaus kišenę. Tai įgalina naujas aplikacijų sritis, ypač produkcijos ir logistikos kontekste. Nors visi išvardinti veiksniai yra aiškūs ir visiems žinoma jie turi potencialo paveikti pramoninį sektorių visapusiškai.

Ekspertai išskiria keturias sritis, kurioms skaitmenizavimo technologijos turės didžiausią poveikį: produktyvumas, pajamų augimas, užimtumas ir investicijos (Rußmann ir kt., 2015) (žr. 1 lentelę).

1 lentelė. Skaitmeninimo poveikis vokietijos makroekonomikoje. Šaltinis: Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries, 2015

Sritis	Mastas
Produktyvumas	Per ateinančius 10 metų vis daugiau įmonių privalės diegtis skaitmenines technologijas, tai padidins gamybos sektoriaus našumą 90-150 mlrd. Eur. Bus pasiektas 6 procentų produktyvumo augimas.
Pajamos	Naujų produktų, naujų individualizuotų produktų paklause padidins pajamų augimą apie 30 mlrd. Eur per metus arba apie 1% Vokietijos BVP
Užimtumas	Per ateinančius 10 metų gamybos augimas padidint užimtumą apie 6 proc. Per tą patį laikotarpį inžinerijos sektoriuje darbuotojų paklausa padidės 10 proc. Spartėjanti automatizacija pakeis žemos kvalifikacijos darbuotojus. Augantis programinės įrangos, ryšių ir analitikų poreikis padidins darbuotojų, turinčių kompetencijų IT sektoriuje paklausą.
Investicijos	Pritaikydamos gamybos procesus prie „Pramonė 4.0“ tendencijų, Vokietijos gamybos įmonės turėtų investuoti apie 250 mlrd. Eur.

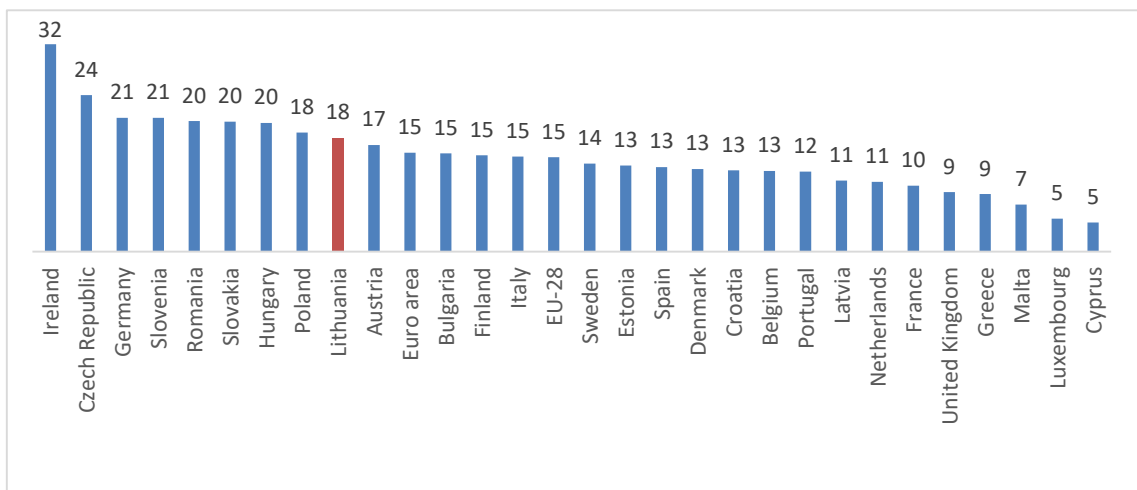
Skaitmenizavimas turės reikšmingą poveikį tiek gamybos įmonėms ir darbo jėgai, tiek įmonėms, tiekiančios naujas gamybos sistemas. Pateiktas Vokietijos pavyzdys iliustruoja potencialų ketvirtosios pramonės revoliucijos poveikį viso pasaulio ekonomikai.

Lietuvos palyginamoji analizė Pramonės 4.0 atžvilgiu

Kol Lietuvos pramonė dabar džiaugiasi dinamiško augimo laikotarpiu, sparčiai didėjančios darbo sąnaudos ir atsilikęs produktyvumas bei žemos pridėtinės vertės technologijų sektorių dominavimas Lietuvos gamybos struktūroje daro didelį spaudimą Lietuvos gamybos sektoriaus konkurencingumui. Automatizavimo procesų stiprinimas ES pramonėje gali sukelti papildomą konkurencingumo spaudimą Lietuvos gamybos įmonėms.

Norint parengti konkrečius veiksmus/rekomendacijas dėl Lietuvos pramonės skaitmeninimo ir automatizavimo, naudinga išnagrinėti esamus skaitmeninės pramonės atvejus kitose ES valstybėse narėse. Todėl trumpas ES šalių sąrašas, kurio pramonės skaitmeninimo / automatizavimo patirtis bus analizuojama ir sukurta pagal ES skaitmeninę rezultatų suvestinę (EU Digital Scoreboard).

ES skaitmeninėje rezultatų suvestinėje vertinama ES ir jos valstybių narių veikla daugelyje sričių - nuo susisiekimo ir skaitmeninių įgūdžių iki įmonių ir viešųjų paslaugų skaitmeninimo. Skaitmeninė rezultatų suvestinė apima skaitmeninės ekonomikos ir visuomenės indekso (DESI) ir Europos skaitmeninės pažangos ataskaitos duomenis. Apskritai, rezultatų suvestinė analizuoja šalies rezultatus per daugiau nei 150 įvairių skaitmeninės ekonomikos ir visuomenės rodiklių. Atrinkus 20 populiariausių šalių, kurios dominuoja pirmose dešimtyje pozicijų pagal indikatorius (t.y. šios šalys parodo labai aukštą skaitmeninimo potencialą), galima atlikti sekančius palyginimus.



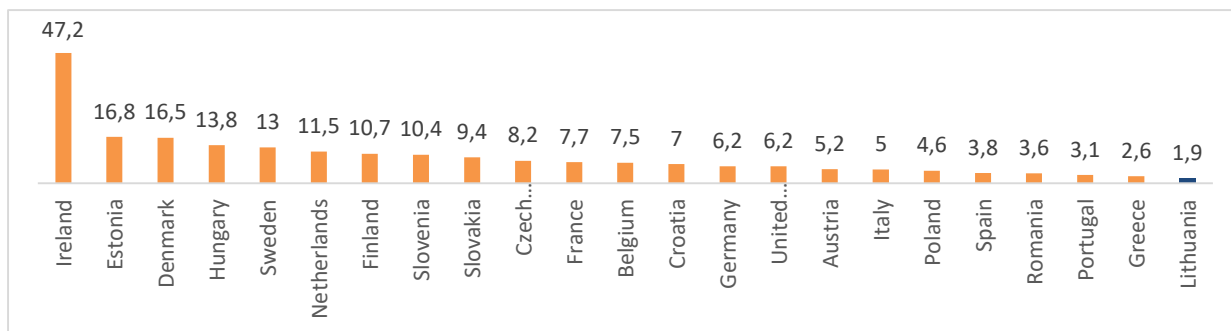
3 paveikslas. Gamybos sektoriaus dalis BVP, %. Šaltinis: Eurostat, 2017

Šis grafikas (žr. 3 pav.) parodo 2017 m. BVP dalį, kurią sudaro gamybos. Gamybos sektoriaus dalis BVP yra naudojamas kaip rodiklis, siekiant nustatyti, kaip yra išsivystęs gamybos sektorius.

Atsižvelgiant į gamybos sektoriaus dydį, Airija, Vokietija ir Lietuva užima pirmaujančias pozicijas, kuriose gamybos sektoriaus dalis BVP viršija ES vidurkį (15%). Airija turi didžiausią visos ES ekonomikos gamybos sektoriaus dalį. Suomijoje gamybos dalis BVP taip pat viršija ES vidurkį, nors ir šiek tiek. Likusiomis ekonomikoms būdinga mažesnė priklausomybė nuo gamybos sektoriaus, atsižvelgiant į ES vidurkį.

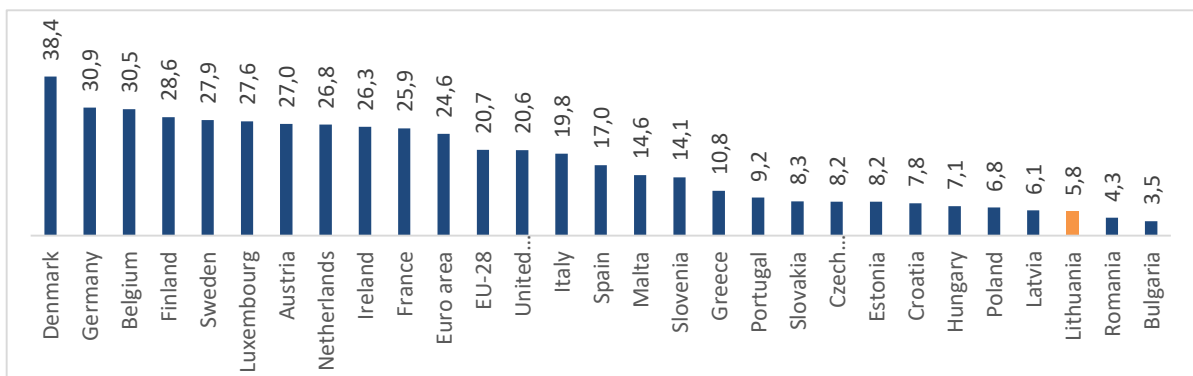
Stebint gamybos sektoriaus struktūrą (atsižvelgiant į jos technologinę plėtrą) yra akivaizdžiu skirtumų tarp Lietuvos ir pasirinktų ekonomikos etalonų. Analizuojant paaiškėja, kad Lietuvos gamyboje dominuoja vidutinės ir mažos pridėtinės vertės technologijos gamybos sektoriuje, kurios 2014 m. sudarė daugiau nei 80% visos gamybos apimtys. Vokietijoje, Švedijoje, Nyderlanduose, Airijoje ir Danijoje artimos arba šiek tiek daugiau kaip 50% visos gamybos produkcijos gaunama iš vidutinės ir aukštos pridėtinės vertės technologijų gamybos sektoriuje.

Taigi, nors Lietuva turi stabilią gamybos dalį BVP, sparčiai augant gamybos apimčiai Europoje, Lietuvos gamyba atsilieka nuo atrinktų šalių dėl „novatoriško gamybos“ realizavimo. Tiesą sakant, Eurostato duomenys rodo, kad 2014 m. Lietuva turėjo mažiausią aukštųjų technologijų pramonės produkcijos dalį visoje ES (žr. 4 pav.).



4 paveikslas. Dalis aukštos pridėtos turinčių technologijų sektorių, %. Šaltinis: Eurostat, 2014

Kaip galima matyti 5 paveiksle, Lietuva iš esmės atsilieka nuo atrinktų šalių gamybos sektorių darbo užmokesčio atžvilgiu: valandos atlyginimas Lietuvos gamybos sektoriuje 2017 m. Buvo 3,5 karto mažesnis nei ES vidurkis.



5 paveikslas. Algos gamybos sektoriuje, EUR/val. Šaltinis: Eurostat, 2017

Skirtumas tarp Lietuvos ir pasirinktos ekonomikų yra dar didesnis, nes dauguma atrinktų šalių užima pirmąją poziciją atlyginimams gamybos sektoriuje. Svarbus veiksnys, kuris lemia tokius pastebimus atlyginimų skirtumus, yra reikšmingas gamybos struktūros skirtumas inovacijų požiūriu, nes lietuviškoje gamybos srityje vis dar vyrauja žemos technologijos sektoriai ir gamyba pagal sutartis. Aukščiau minėtoje studijoje taip pat buvo minėta, kad Lietuvoje 85 proc. darbuotojų, dirbančių gamybos sektoriuje, yra vidutinio ir mažo techninio lygio sektoriuose. Eurostato duomenys taip pat rodo, kad kalbant apie užimtumą aukštųjų technologijų pramonėje, Lietuva iš esmės atsilieka nuo kitų ES valstybių narių, kaip tai matyti toliau pateiktoje diagramoje.

Galime teigti, jog Lietuva yra gana aukštai gamybos sektoriaus dydžio atžvilgiu, kartu su Airija ir Vokietija užima pirmąją poziciją. Be to, tik šioms trims šalims pavyko išlaikyti arba padidinti gamybos dalį BVP, tačiau atsižvelgiant į gamybos sektoriaus struktūrą, Lietuvoje gamyba dominuoja vidutinės ir žemos technologijos gamyboje, dėl to reikia skirti didelę dėmesį gamybos skaitmeninimui ir jų diegimo supratimui Lietuvoje.

Išvados

1. Šiame moksliniame straipsnyje buvo fokusuojamas dėmesys gamybos ir skaitmenizavimo konceptui suvokti. Išanalizavus literatūrą suvokiame gamybos sudėtingumo konceptą, taip pat ir skaitmenizavimo pagrindinius diegimo būdus. Abiejų iniciatyvų įgautas pagreitis traktuoja, kad gamybos industrijos ir gamybos industrijos tyrimai keičia savo paradigmas. Skaitmenizavimas apibūdina keitimąsi link duomenų fokusuotų technologijų, didelio tinklo informacijos integracijos, komunikacijos technologijų ir padidintos automatikos išlaikant žmones rate. Įmonių tikslai yra skirtingi, nuo energijos saugojimo, įmonės tvarumo (socialinio, ekonominio) iki įmonės lankstumo, tačiau išlaikant kokybę ir efektyvumą centre.
2. Iš atliktos analizės yra matyti, jog Lietuva yra gana aukštai gamybos sektoriaus dydžio atžvilgiu, o kartu su Airija ir Vokietija užima pirmąją poziciją (didesnė nei ES vidurkis 15%). Be to, tik šioms trims šalims pavyko išlaikyti arba padidinti gamybos dalį BVP, tačiau atsižvelgiant į gamybos sektoriaus struktūrą, Lietuvoje gamyba dominuoja vidutinės ir žemos technologijos gamyboje (80 proc. visos 2014 m. gamybinės produkcijos), o kitose pasirinktose šalyse puse gamybos apimties gaunama iš vidutinių ir aukštųjų technologijų. Taip pat, Lietuva turi mažiausią aukštųjų technologijų pramonės produkcijos dalį visoje ES. Dar galima pridėti, jog Lietuvos atlyginimų vidurkis yra vienas iš mažiausių iš pasirinktų šalių, kas turi tiesioginę įtakos su skaitmeninimu.
3. Galima daryti prielaidą, jog „Pramonė 4.0“ pakeis visą gamybos sistemą, nuo organizacinių struktūrų iki produktų, paslaugų, verslo modelių. Skaitmenizavimo vystymas ir pritaikymas bus augantis ir ilgalaikis. Įmonės, kurios nesugebės įgauti žinių apie šias technologijas ir neinvestuos į projektus, praras savo konkurencingumo pranašumą ir praleis galimybę vesti transformaciją, kuri šiuo metu tik prasideda.
4. Tolimesni tyrimai turėtų detaliau nagrinėti, kaip „Pramonė 4.0“ technologijos gali būti pritaikytos gamyboje SME įmonėse ir kokiose įmonių grandinėse skaitmeninimo technologijos yra aktualiausios ir pelningiausios. Toliau, turėtų būti atlikta apklausa, kad suprasti skaitmenizavimo potencialą įmonėse ir ar gamybinės įmonės reiškia norą skaitmenizuoti.

Literatūra

- Almada-lobo, F. (2015). *The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES) Cyber-physical Systems*, 4, 16–21.
- Can They Make It Better and Cheaper? (n.d.). Retrieved from <https://www.fep.up.pt/docentes/moutinho/micro/Besanko-ch06.pdf>
- Gerbert, P., Lorenz, M., Rießmann, M., Waldner, M., Justus, J., Engel, P. and Harnisch M. (2015, April 9). Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. BCG. https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx
- Hoellthaler, G., Braunreuther, S., & Reinhart, G. (2018). Digital Lean Production An Approach to Identify Potentials for the Migration to a Digitalized Production System in SMEs from a Lean Perspective. *Procedia CIRP*, 67, 522–527. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2017.12.255>
- Infineon's \$105m “smart factory” push, Companies & Markets News & Top Stories - The Straits Times. (n.d.). Retrieved September 23, 2018, from <https://www.straitstimes.com/business/companies-markets/infineons-105m-smart-factory-push>
- Lasi, H., Kemper, H.-G., Feld, D.-I. T., & Hoffmann, D.-H. M. (n.d.). BISE-CATCHWORD The Authors. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
- Lee, J., Kao, H., & Yang, S. (2014). Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment. *Procedia CIRP*, 16, 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.001>
- Lu, D. (n.d.). *Fundamentals of Supply Chain Management*. Retrieved from [http://library.ku.ac.ke/wp-content/downloads/2011/08/Bookboon/Management and Organisation/fundamentals-of-supply-chain-management.pdf](http://library.ku.ac.ke/wp-content/downloads/2011/08/Bookboon/Management%20and%20Organisation/fundamentals-of-supply-chain-management.pdf)
- Luthra, S., & Mangla, S. K. (2018). Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 168–179. <https://doi.org/10.1016/J.PSEP.2018.04.018>
- Malte Brettel, Niklas Friederichsen, Michael Keller, M. R. (n.d.). How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective.
- Mattsson¹, S., Gullander², P., & Davidsson, A. (n.d.). *METHOD FOR MEASURING PRODUCTION COMPLEXITY*. Retrieved from http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/local_146662.pdf
- Melović, B., Mitrović, S., Djokaj, A., & Vatin, N. (2015). Logistics in the function of customer service- Relevance for the engineering management. *Procedia Engineering*, 117(1), 807–812. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.255>
- Professor Mahmoud Abbas Mahmoud, A. (2014). *CLASSIFICATION OF PRODUCTION SYSTEMS*. Retrieved from http://www.uotechnology.edu.iq/dep-production/branch3e_files/mah31.pdf
- 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>
- Rakickas, A. (2010). Tiekimo grandinės procesų valdymo vertinimo modelis.
- Reiner, A. (2014). Industrie 4.0 - Advanced Engineering of Smart Products and Smart Production. *International Seminar on High Technology*, (October), 1–14. <https://doi.org/10.13140/2.1.1039.4406>
- Romerio, M. (n.d.). Pa-sla-u-ga-s tei-ki-a-n-či-ų įmo-n-i-ų Pa-r-da-vi-mų ko-ky-bės ger-i-n-i-mo- mo-deli-s li-nas Šau-li-nskas, r-ū-ta ti-lvy-ti-e-nė. Retrieved from http://www.su.lt/bylos/mokslo_leidiniai/ekonomika/2013_1_29/saulinskas.pdf
- Schlüter, F. (2017). A Simulation Based Evaluation Approach for Supply Chain Risk Management Digitalization Scenarios, 1–5.
- Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016). A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. In *Procedia CIRP*. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040>
- Shrouf, F., Ordieres, J., & Miragliotta, G. (2014). Smart Factories in Industry 4.0: A Review of the Concept and of Energy Management Approached in Production Based on the Internet of Things Paradigm, 697–701.
- Strandhagen, J. W., Alfnes, E., Strandhagen, J. O., & Vallandingham, L. R. (2017). The fit of Industry 4.0 applications in manufacturing logistics: a multiple case study. *Advances in Manufacturing*. <https://doi.org/10.1007/s40436-017-0200-y>
- Types of Manufacturing Systems | Bizfluent. (n.d.). Retrieved September 25, 2018, from <https://bizfluent.com/info-7899360-types-manufacturing-systems.html>
- Ungerman, O., Dedkova, J., & Gurinova, K. (2018). THE IMPACT OF MARKETING INNOVATION ON THE COMPETITIVENESS OF ENTERPRISES IN THE CONTEXT OF INDUSTRY 4.0, 10(2), 132–148. <https://doi.org/10.7441/joc.2018.02.09>
- Vijay, P., & Shekhat, M. (n.d.). *Production Function*. Retrieved from [http://www.darshan.ac.in/Upload/DIET/Documents/CE/Theory of production_05012015_060332AM.pdf](http://www.darshan.ac.in/Upload/DIET/Documents/CE/Theory%20of%20production_05012015_060332AM.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 base d feedback and coordination, *101*, 158–168. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2015.12.017>

PRODUCTION MODERNIZATION IN CONTEXT OF DIGITIZATION

Edvinas NAGULEVIČIUS, Artūras JAKUBAVIČIUS

Abstract. In the context of globalization, with a rapid technology development and fast economy development caused new wave of changes. In common word it is know as „Industry 4.0“. The term was announced to mark new industry revolution. A lot of industry, production organizations are analyzing this concept, although Industry 4.0 reaching criteria is still unknown. This article is focusing to fundamental Industry 4.0 concepts, nowadays production systems. Also fundamental production concept, supply chain structure and customer service direct effect to production will be reviewed, in order to understand how digitization can effect production process. The biggest part will be dedicated to Industry 4.0 concept formulation, distinguished and formulated main digitization characteristics. Scientific literature peer review method will be used to analyze Industry 4.0 concept, comparative analysis will be used to distinguish Lithuanian production trends towards digitization.

Keywords; Production process, supply chain, customer service, digitization, industry 4.0, modernization, production systems.