

GAMYBOS PROCESO SKAITMENIZAVIMO TENDENCIJOS IR KRYPTYS APRANGOS IR TEKSTILĖS SEKTORIUJE

Alma ŠNEIDARYTĖ*, Eigirdas ŽEMAITIS

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Verslo vadybos fakultetas, Verslo technologijų ir
verslininkystės katedra, Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lietuva*

**El. paštas alma.sneidaryte@stud.vilniustech.lt*

Santrauka. Įmonėms, siekiančioms išlikti konkurencingoms, svarbu atitinkamai reaguoti į šiuolaikinės pramonės galimybes ir tendencijas. Skaitmenizavimas visame pasaulyje tapo svarbiu reiškiniumi, transformuojančiu gamybą ir jos veiklos efektyvumo galimybes. Aprangos ir tekstilės įmonės turi galimybes skaitmenizuoti daugelį gamybos elementų dėl sparčiai atsinaujinančių, pažangių skaitmeninių technologijų. Šis veiksnys leidžia didinti gamybos efektyvumą, mažinti sąnaudas, užtikrinti gaminių ir paslaugų kokybę bei išlaikyti konkurencingą įmonę globalizacijos kontekste. Tyrimo tikslas – įvertinti skaitmenizavimo tendencijas, kryptis, galimybes gamybos procesuose, aprangos ir tekstilės sektoriuje. Straipsnyje mokslinės literatūros pagrindu analizuojamas gamybos proceso konceptas, skaitmenizavimo ypatumai aprangos ir tekstilės sektoriuje. Palyginamosios analizės būdu ištirtos Lietuvos tekstilės įmonių gamybos proceso skaitmenizavimo tendencijos ir jų poveikis įmonių veiklos efektyvumui.

Reikšminiai žodžiai: gamybos procesai, skaitmenizavimas, skaitmeninimas, skaitmeninės technologijos, aprangos ir tekstilės įmonės, pramonė 4.

Įvadas

Šiandienos organizacijos susiduria su įvairiais iššūkiais, siekdamos patenkinti vartotojų poreikius. Vartotojų lūkesčiai nuolat auga dėl alternatyvių pasirinkimų įvairovės, todėl įmonėms svarbu būti labai lanksčioms, turėti galimybes išlaikyti aukštą produktų kokybę už konkurencingą kainą, užtikrinti greitą pristatymą, kuris sutaptų su kliento lūkesčiais (Moreira et al., 2017). Taip pat svarbus aspektas – orientacija į verslo procesų efektyvumo didinimą, sąnaudų mažinimą, naujų gaminių ir paslaugų tiekimą. Kiekviena įmonė, siekdama išlaikyti konkurencingoje rinkoje, sukurti pelną, privalo kuo efektyviau naudoti savo išteklius, numatyti galimus pokyčius ilgalaikėje perspektyvoje, taikyti įvairias naujas technologijas. Skaitmenizavimas tapo vienu iš pagrindinių uždavinių šiuolaikinėms įmonėms visame pasaulyje. Skaitmeninių technologijų taikymas gamybos procesuose kuria papildomą pridėtinę vertę, didina veiklos efektyvumo galimybes (Dilberoglu et al., 2017).

Tekstilės ir aprangos sektorius, kaip tradicinė pramonės šaka, užima svarbią vietą daugelio pasaulio šalių ekonomikoje. Šis sektorius išgyvena struktūrinius pasikeitimus, kuriuos lemia rinkos globalizavimas ir liberalizavimas. Nauja konkurencinė aplinka, technologinių inovacijų taikymas ir skaitmenizacija lemia tolesnius pokyčius sektoriuje – keitėsi tiekimo grandinių vadyba, trumpėjo prekių pristatymo į rinką laikas, socialinė žiniasklaida suteikė galimybę greičiau išsiaiškinti klientų poreikius ir atitinkamai koreguoti gamybos procesus (Versli Lietuva, 2017). Daugelis autorių, analizavusių gamybos procesus ir skaitmenizavimą, moksliniuose straipsniuose pabrėžia skaitmenizavimo svarbą gamybos procesuose. Anot jų, įmonės, nediegančios inovacijų, neišgyvens rinkos pokyčių (Petrovic et al., 2019). Pasaulinė patirtis rodo, kad įmonės, skaitmenizavusios savo gamybos procesus, stiprina tiesioginį ryšį su klientais, taip pat geriau sekasi išlaikyti rinkoje. Lietuvos aprangos ir tekstilės sektoriaus įmonių skaitmenizavimo patirtis palyginti maža, nors pasitelkus įvairius projektus būtų galima efektyviau įgyvendinti gamybos skaitmenizavimo procesą.

Šiame straipsnyje apžvelgiamas aprangos ir tekstilės sektorius, analizuojamas gamybos proceso konceptas, skaitmenizavimo tendencijos ir jų poveikis.

Tyrimo objektas – aprangos ir tekstilės įmonių gamybinių procesų skaitmeninimas.

Tyrimo tikslas – įvertinti skaitmenizavimo tendencijas, kryptis, galimybes gamybos procesuose, aprangos ir tekstilės sektoriuje.

Tyrimo uždaviniai:

1. Mokslinės literatūros pagrindu išanalizuoti gamybos proceso konceptą ir atskleisti jo kompleksškumą.
2. Identifikuoti galimus skaitmenizuoti gamybos proceso etapus.
3. Palyginamosios analizės būdu išskirti skaitmenizavimo tendencijas ir įvertinti jų poveikį Lietuvos tekstilės sektoriuje.

1. Gamybos procesų samprata ir rūšys

Vieni svarbiausių įmonės veiklos elementų pramonės įmonėse – gamybos procesai (Jančiauskas et al., 2012). Vadovėlyje (Zinkevičiūtė, 2013) teigiama, kad gamybos procesas – tai gamybos faktorių (išteklių) sujungimas į atitinkamą jų kombinaciją, kuri leidžia sukurti tam tikrą produkciją (paslaugą), siekiant ją parduoti. Produktai gaminami pagal atitinkamus standartus, parengtas specifikacijas. Wang et al. (2016) teigimu, gamyba – tai didelės apimties schema, dar kitaip žinoma kaip operacijos. Operacijos apima visas sistemas, kurios reikalingos darbui atlikti, įskaitant paslaugas, susijusias su gamyba ir tiekimu. Jančiausko supratimu (Jančiauskas et al., 2012), gamyba – tai procesas, naudojantis gamybos veiksniais, kuriantis materialias ir dvasines gėrybes. Žaliavų, įvairių medžiagų ar produktų perdirbimas į medžiagas ar gaminius, kurie tinkami pardavimui ar vartojimui. Anot Zinkevičiūtės (Zinkevičiūtė, 2013), gamyba yra sudėtinga sistema, apimanti žaliavos, produkto pagaminimo, produkcijos paskirstymo procesus. Gamybos procesus ji įvardina kaip išteklių jungimą į kombinacijas, leidžiančias sukurti produktą ar paslaugą, siekiant ją parduoti (Mickevičienė ir Burinskienė, 2019). Kituose šaltiniuose gamyba įvardinama kaip išteklių panaudojimas kuriant produktą ar paslaugą atitinkamai rinkai (Simanavičienė ir Besagirskaitė, 2019) arba gamyba – vienos medžiagos formos pavertimas kita cheminiu arba mechaniniu būdu iki sukūrimo ar padidinto produkto naudingumo vartotojui. Gamyba – pridėtinės vertės procesas (Shekhat, 2015). Šaltinyje (Nagulevičius ir Jakubavičius, 2019) teigiama, jog gamyboje naudojami resursai tam, kad būtų sukurti produktai, paslaugos, kurios tinkamos rinkos ekonomikai. Čia įtraukiama gamyba, sandėliavimas, pakavimas, logistika. Skirtingų autorių samprata apie gamybos procesus panaši. Galime daryti išvadą, kad gamybos procesas yra vienas svarbiausių įmonės aspektų. Taip pat svarbu suprasti gamybos procesų svarbą siekiant efektyviai ir pelningai dirbti rinkoje. Dėmesys turėtų būti skiriamas procesų organizavimui. Tinkamas gamybos procesų organizavimas gali sumažinti gaminio savikainą, sutrumpinti gamybos laiką, sumažinti brokuotos produkcijos kiekį (Mickevičienė ir Burinskienė, 2019).

Susisteminius procesus galima pagerinti produkcijos kiekį, sumažinti gamybos laiką, sumažinti broko kiekius. Nuolatinis galimybių ieškojimas ir procesų tarpusavio ryšių stiprinimas, gerinant gamybos procesus kasdienėje įmonės veikloje, yra proceso tobulinimas. Daugeliui įmonių keliama našumo, tvarumo, lankstumo reikalavimai. Visa tai didina produkto kompleksškumą. Tinkamai valdydamos vidinius ir išorinius gamybos procesus įmonės gali gauti konkurencingumo pranašumą ir patenkinti vartotojų poreikius bei užtikrinti pelną įmonėje (Mattsson et al., 2011).

Gamyba gali būti skirstoma į skirtingus gamybos procesus, priklausomai nuo veiklos specifikos ir norimo gauti rezultato. Zinkevičiūtė (2013), Jančiauskas et al. (2012) ir Mickevičienė ir Burinskienė, (2019) įvardina tris pagrindines gamybos procesų rūšis:

1. Pagrindiniai procesai. Siekiant žaliavas paversti produktais, vykdoma daug įvairių operacijų.
2. Pagalbiniai procesai. Procesai, leidžiantys sklandžiai dirbti pagrindiniams procesams.
3. Aptarnavimo ir paruošiamieji procesai. Kokybės kontrolė, sandėliavimas, transportavimo operacijos.

Gamybos operacijos sudaro gamybos procesus. Gamybos operacijos įvardinamos kaip fizinių ir cheminių savybių keitimas, siekiant darbo objektus paversti gaminiais. Kiti autoriai išskiria gamybos proceso sudedamąsias dalis: gamybos valdymo sistemas, produkto sampratą, kokybės kontrolę, mašinų darbą, gamybos specifškumą. Pagrindiniai procesai sukuria daugiausiai pridėtinės vertės. Tam, kad gamybos procesai sklandžiai vyktų, svarbu tinkamai organizuoti pagalbinus, aptarnavimo ir paruošiamuosius procesus (Jančiauskas et al., 2012).

2. Skaitmenizavimo samprata

Skaitmenizavimo terminas sietinas su inovacijomis, ketvirtąją pramonės revoliucija, kuri skatina įmones žengti į priekį, sujungia vykdomas veiklas į sistemas, padeda fiksuoti verslo tobulėjimą be žmogaus ar esant minimaliam jo įsikišimui. Skaitmenizavimo apibrėžtis šaltiniuose įvardinama kaip skaitmeninių technologijų naudojimas verslo modeliams keisti, būdas didinti pajamų ir vertės kūrimo galimybes. Tai procesas, vedantis prie skaitmeninio verslo modelio (Adamik & Nowick, 2018). Kituose šaltiniuose skaitmenizavimas sietinas su vertės didinimo procesu, kurį sudaro daiktų internetas, kiberfizinės sistemos, 3D spausdinimas, dirbtinis intelektas, išmanieji sensoriai, kriptovaliutos, internetinės platformos. Visa tai gali būti naudojama kiekvienoje pramonės šakoje (Geissbauer et al., 2016).

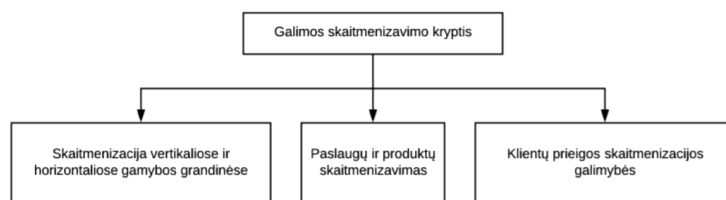
2.1. Gamybos procesų skaitmenizavimas

Įmonėms būtina siekti veiklos efektyvumo augimo, norint patenkinti kiekvieno individualaus vartotojo poreikius, išlaikant gaminių kainą, artimą masinės gamybos produkcijos kainoms. Šioje vietoje atsiranda poreikis diegti skaitmenines technologijas, kurių tikslas – modifikuoti veiklą, kad ji taptų efektyvesnė.

Naujosios inovacijos iš esmės ima keisti dabar vykdomas gamybinės operacijos. Mažėjant darbo jėgos dalyvavimui gamybiniuose procesuose, didėja gaminių kokybė, atliekamų užduočių greitis. Produkto kūrimo grandinė sutrumpinama (Hozdić, 2015).

Gamybos skaitmenizavimas skirstomas į tris pagrindines grupes (1 pav.):

- Skaitmenizavimas horizontalioje ir vertikalioje gamybos grandinėje. Duomenys apie atliktas operacijas, procesų efektyvumą, kokybės vadybą, planavimą pasiekiami realiuoju laiku ir optimizuotai integruojami į skaitmeninę terpę. Horizontalioje gamybos grandinėje skaitmenizavimas tęsiasi nuo tiekėjų iki užsakovų.
- Paslaugų ir produktų skaitmenizavimas. Šis procesas – tai produkcijos galimybių plėtra. Dėl pridėtų jutiklių produktas savarankiškai geba identifikuoti gedimus, jų priežastis ir pranešti apie juos tiekėjui ar gamybos įmonei.
- Klientų prieigos, skaitmenizavimo galimybės. Suteikdamos klientams skaitmenizuotus sprendimus, įmonės siekia išplėsti siūlomas paslaugas ir gerinti jų kokybę. Išanalizavus klientų pateiktus duomenis, produktų ir paslaugų gamintojai gali efektyviau reaguoti į iškilusius klausimus, nesklandumus ir tobulinti reikšmingus procesus (Geissbauer et al., 2016).



1 paveikslas. Gamybos skaitmenizavimo kryptys (sudaryta darbo autoriaus pagal Geissbauer et al., 2016)

Išskiriamos keturios sritys, kurioms skaitmeninės technologijos darys didžiausią įtaką: produktyvumui, užimtumui, investicijoms, pajamoms (Rüßmann et al., 2015) (žr. 1 lentelę).

1 lentelė. Skaitmeninimo poveikis Vokietijos makroekonomikoje (šaltinis: Rüßmann et al., 2015)

Sritis	Poveikis
Produktyvumas	Skaitmeninės technologijos padidins gamybos sektoriaus našumą 90–150 mlrd. Eur. Ateinančių 10-ies metų laikotarpiu bus pasiektas produktyvumo augimas 6 proc.
Užimtumas	10-ies metų laikotarpiu užimtumas išaugs 6 proc.; darbuotojų paklausa išaugs 10 proc. Prognozuojama, kad žemos kvalifikacijos darbuotojus pakeis automatizacija, o IT kompetencijas turinčių darbuotojų paklausa itin augs.
Investicijos	Gamybos įmonės turėtų investuoti apie 250 mlrd. Eur, siekdamas skaitmenizuoti gamybos procesus.
Pajamos	Naujų produktų, naujų individualizuotų produktų paklausa padidins pajamų augimą apie 30 mlrd. Eur per metus.

Skaitmeninių technologijų poveikis pasaulio ekonomikai turi didelę reikšmę, kurią iliustruoja pateiktas 1 lentelėje Vokietijos pavyzdys.

2.2. Gamybos procesų skaitmenizavimas aprangos ir tekstilės įmonėse

Aprangos pramonę sudaro įmonės, kuriančios, gaminančios, parduodančios drabužius, avalynę, aksesuarus. Augant pasaulinei konkurencijai, paklauskos nepastovumas ir svyravimai verčia įmones nuolat tobulinti gamybos procesą, kad išliktų šiandieninėje rinkoje (Jelil, 2018).

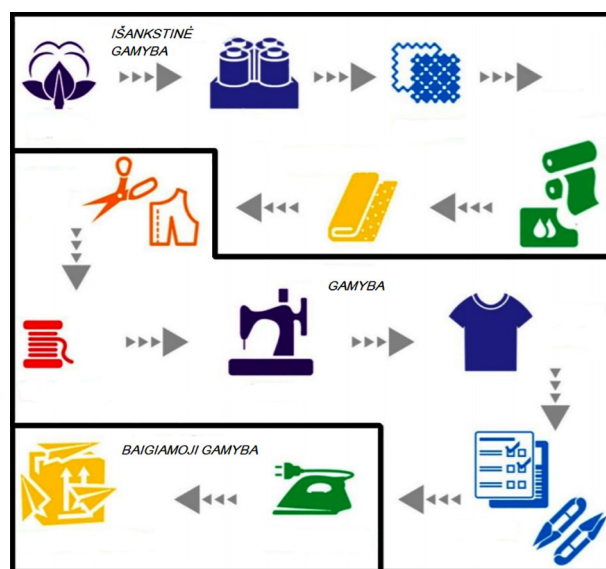
Aprangos ir tekstilės gamyba – tai pramonės šaka, kurios gamybos procesuose daug žmogiškojo faktoriaus, didelė produktų dizaino įvairovė, didelė gamybos apimtis, didelis konkurencingumas ir paklausa, aukšti reikalavimai kokybei (Kaplanidou, 2018). Pažangių technologijų diegimas (3D spausdintuvai, automatika, robotika, pažangios transporto sistemos ir t. t.) padėjo atnaujinti aprangos ir tekstilės sektoriaus gamybos procesus, tai pagerino informacijos skaidrumą, automatinę kontrolę ir tvarią gamybą (Radziwon et al., 2014). Ši transformacija svarbi aprangos ir tekstilės sektoriui, nes pramonė susiduria su problemomis, susijusiomis su rinkos tyrimais, konkurencingumo stebėjimu, investavimu į plėtrą, dizaino kūrimu (Parviainen et al., 2017). Skaitmeninių technologijų diegimas aprangos ir tekstilės pramonėje įmonėms suteikia konkurencinį pranašumą, lankstumą, galimybę greitai reaguoti į naujas mados tendencijas, mažinti žmonių kiekį gamybos procesuose, didinti našumą, efektyviau naudoti išteklius (Jayatilake & Rupasinghe, 2016).

Aprangos ir tekstilės pramonė apima kelis etapus. Šie etapai pavaizduoti 2 paveikslėlyje. Visą gamybos procesą galima suskirstyti į 3 etapus, kuriuose yra daugiau smulkesnių etapų:

Išankstinė gamyba. Žaliavos gavimas, žaliavos perdirbimas, apdirbimas, paruošimas, audinio audimas, dažymas ir t. t.

Gamyba. Šiuo gamybos etapu konstruojami lekalai, vyksta gaminių sukirpimas, siuvimas.

Baigiamoji gamyba. Pasiūtų gaminių galutinis lyginimas, tikrinimas, valymas, pakavimas, siuntimas klientams (Jelil, 2018).



2 paveikslas. Aprangos pramonės gamybos etapai (Kaewkanha, 2016)

Aprangos ir tekstilės sektoriaus gamybos procesų skaitmenizavimas neatsietinas nuo ketvirtosios pramonės revoliucijos ir masinio individualizavimo. Taikant skaitmenines technologijas gamybos procesas gali būti maksimaliai optimizuojamas eliminuojant gamybos trukdžius ir galima užtikrinti aukštą kokybę (Vaidya et al., 2018).

Įmonės, taikydamos skaitmenines technologijas, gali priartėti prie klientų, įtraukti juos į produktų kūrimo procesą, individualizuoti gaminių, išlaikant konkurencingą kainą. Taip ir klientai lieka patenkinti, ir įmonė įgauna konkurencingumo pranašumą prieš kitas įmones, netaikančias skaitmeninių technologijų gamybos procesuose (Bonfanti et al., 2018). Tokios kompanijos kaip *Adidas*, *Levi Strauss*, *Nike* yra skaitmenizavusios savo gamybos procesus ir taip sustiprino ryšį su savo klientais (Loetscher et al., 2017).

Trimatis modeliavimas – virtualus drabužių modeliavimas ir prisimatavimas – suteikia pranašumų rinkoje. Virtualioje aplinkoje ieškomos variacijos tarp realaus vaizdo ir tikslumo, siekiant užtikrinti greitesnę gaminio vizualizavimą virtualioje aplinkoje. CAD drabužių dizaino sistemos leidžia labai tiksliai atkartoti audinį ir tai, kaip jis krenta ant sukurtų virtualių prototipų, taip siekiama įvertinti gaminio kokybę (Dissanayake, 2018).

Tekstilės pramonėje CAD sistema buvo naudojama lekalams sudaryti ir kirpti. Mokslui sparčiai judant į priekį buvo sukurti įrankiai drabužiams modeliuoti. Virtualaus prisimatavimo taikymo sritis galima skirstyti į dvi grupes:

- orientuotos į drabužio imitaciją ir animaciją;
- orientuotos į specializuotą virtualų prisimatavimą ant virtualaus manekeno.

MTM (*made to measure*) koncepcija – pagrindinė esmė, kad produktas priartinamas prie rinkos. Dirbama be sandėlių, n produktas yra arba gamybinėje linijoje, arba pakeliui į pardavimo vietą, arba kliento namus. Programinė įranga leidžia projektuoti drabužius pagal individualius matmenis, sudarytus remiantis tradiciniais individualios aprangos konstravimo metodais arba keičiant standartinių dydžių lekalus (Yeung et al., 2010).

Žmogaus kūno skeneriai – fiziškai nustatytus kūno matmenis naudoja individualioje gamyboje arba modelių namuose, kuriuose drabužiai siuvami pagal individualius užsakymus. Masinėje gamyboje pereita prie standartizuotų dydžių. Sudarytos dydžių skalės nėra pastovus dydis, nes kūno matmenys kinta keičiantis gyvenimo sąlygoms. Šios problemos paskatino sukurti naujos kartos erdvinio kūno (3D) skenavimo technologijas, kurios leido peržiūrėti ir patikslinti esamas dydžių skales, o gautus duomenis panaudoti gaminant drabužius pagal masinio individualizavimo koncepciją taikant MTM gamybos modelį (Liu et al., 2019).

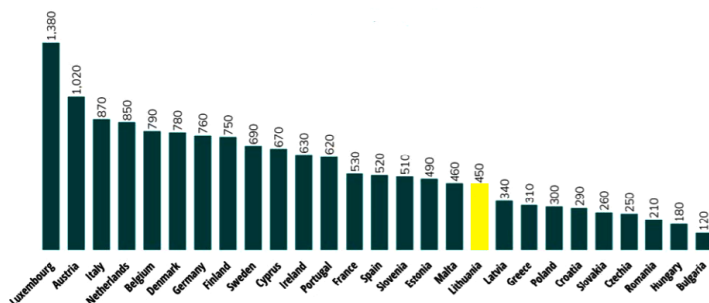
Iš skenavimo duomenų galima sužinoti apie trimatę kūno geometriją, kuri toliau naudojama nustatant optimalias drabužių dydžių skales arba siuvant individualius drabužius skenuotiems asmenims. Pagrindiniai kūno matmenys nustatomi generuojant pradinis skenavimo duomenis. Tai visiškai automatizuotas kompiuterinis procesas, kuris yra spartesnis, nei išmatuoti žmogaus kūną metrine juoste (Park & Yoo, 2018).

3. Aprangos ir tekstilės sektoriaus palyginamoji analizė skaitmenizavimo atžvilgiu

Lietuvos aprangos ir tekstilės sektorius, kaip apdirbamosios pramonės šaka, užima svarbią vietą šalies ekonomikoje. Augančios darbo sąnaudos ir žemos pridėtinės vertės technologijų dominavimas daro ypatingą spaudimą aprangos ir tekstilės gamybos sektoriaus konkurencingumui. Sparčiai besivystančios technologijos, gamybos procesų skaitmenizavimas visame pasaulyje gali tapti paskata esminiams gamybos pokyčiams Lietuvos aprangos ir tekstilės sektoriaus įmonėms.

Siekiant suformuluoti konkrečius veiksmus ar rekomendacijas Lietuvos aprangos ir tekstilės sektoriaus įmonių gamybos skaitmenizavimui, verta pasigilinti į kitų ES šalių patirtis. Pasitelkus Europos skaitmeninių rezultatų suvestinę (EU Digital Scoreboard) bus analizuojama skaitmenizavimo patirtis. Suvestinėje vertinama narių patirtis daugelyje sričių, kurios apima ekonomikos ir visuomenės indeko (DESI), ir skaitmenizavimo pažangos duomenis.

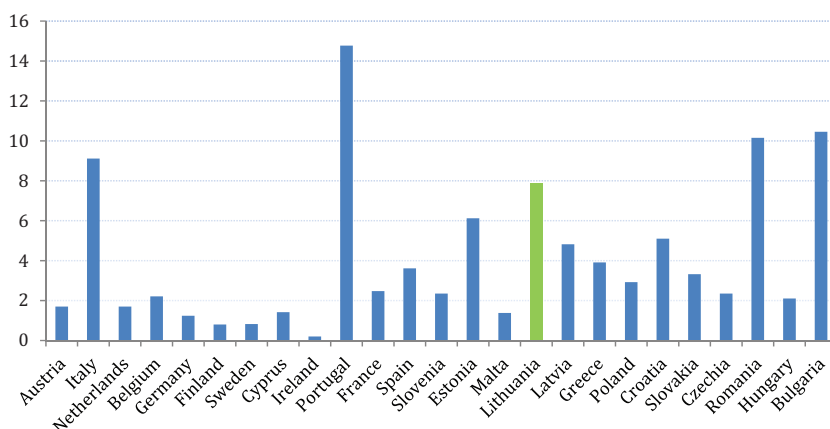
Palyginamajai analizei pasirinktos ES šalys, kurių gyventojai tekstilės gaminiams per metus išleidžia daugiau nei 100 Eur (3 pav.). Šie duomenys parodo, kokią vietą užima aprangos ir tekstilės sektorius šalies socialiniame gyvenime ir šalies ekonomikoje, taip pat parodo šalies gyventojų poreikius tekstilės atžvilgiu.



3 paveikslas. Vidutinė išleistų pinigų dalis eurais per 2018 m. tekstilės produktams (The European Apparel and Textile Confederation, 2020)

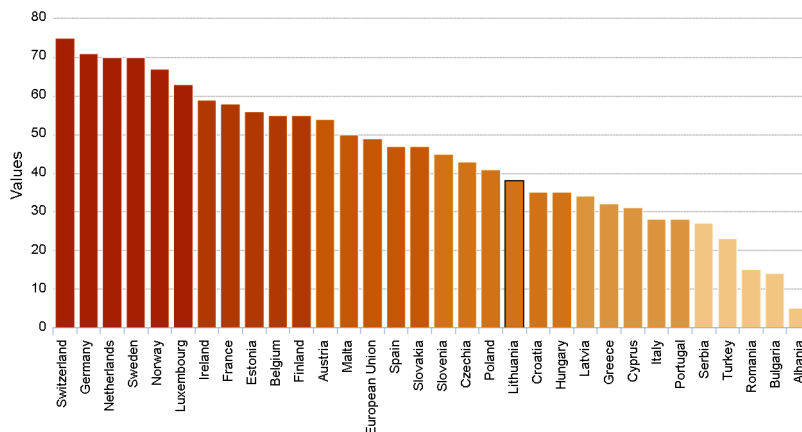
Norint identifikuoti aprangos ir tekstilės sektoriaus gamybos skaitmenizavimo lygį, naudotinas sektoriaus gamybos dalies BVP kaip vienas iš rodiklių, kuris parodo, kiek svarbi šio sektoriaus gamyba bendrai šalies ekonomikai ir kaip stipriai išsivysčiusi gamyba. Duomenis galime pamatyti grafike (4 pav.).

Lietuvos aprangos ir tekstilės gamybos sektorius užima aukštą poziciją. Tai rodo, kad ekonomika gana priklausoma nuo gamybos sektoriaus. Aukštesnes pozicijas ir didesnę priklausomybę demonstruoja tokios šalys kaip Portugalija, Italija, Rumunija, Bulgarija. Likusių šalių ekonomikoms būdingas žymiai mažesnis priklausomumas nuo gamybos sektoriaus veiklos.



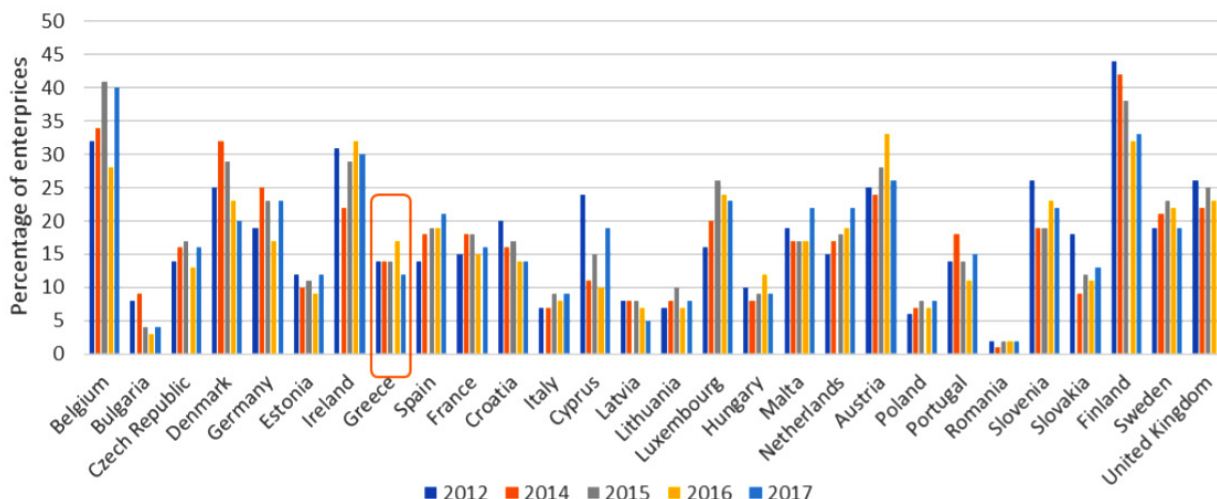
4 paveikslas. Aprangos ir tekstilės gamybos sektoriaus BVP, % (The World Bank, 2018)

Kitas labai svarbus ir aktualus gamybos skaitmenizavimui rodiklis – šalies gyventojų skaitmeninių technologijų naudojimo lygis. Skaitmeninių technologijų naudojimas, perkant tekstilės gaminius skaitmeninės prekybos platformose, elektroninėse parduotuvėse (5 pav.) parodo visuomenės imlumą inovacijoms, naujoms technologijoms. Šis aspektas itin glaudžiai susiję su galimybėmis naudoti skaitmenines technologijas skaitmenizuotoje gamybos proceso, darbo vietoje ir su darbo vietos našumo rodikliais.



5 paveikslas. Elektroninės prekybos dalis dalis, %, 2019 m. (Eurostat, 2019)

Aprangos ir tekstilės sektoriaus viena didžiausių šių laikų problema – senstantis kolektyvas. Senstantis kolektyvas darosi mažiau imlus naujoms technologijoms ir išauga darbo laiko kaštai. Nepaisant to, gamybos įmonės savo darbuotojams rengia mokymus siekiant tobulinti skaitmeninių technologijų žinias ir galimybes jomis naudotis. Grafike matome, kad Lietuva nėra aukščiausiose pozicijose, tačiau lygindami kelių metų duomenis matome rodiklio augimą (6 pav.).



6 paveikslas. Aprangos ir tekstilės sektoriaus gamybos darbuotojų IT mokymai, %

Identifikuojant aprangos ir tekstilės sektoriaus gamybos procesus matyti, kad Lietuvos aprangos ir tekstilės sektoriaus gamybos procesuose dominuoja vidutinės ir mažos pridėtinės vertės technologijos, lyginant su kitomis ES šalimis.

Nepaisant to, kad Lietuvos aprangos ir tekstilės sektoriaus gamyba užima palyginti nemažą BVP dalį, Lietuvos aprangos ir tekstilės sektorius galėtų užimti aukštesnes pozicijas. Skaitmeninių technologijų diegimas verslo ir gamybos procesuose sukurtų papildomą pridėtinę vertę. Skaitmenizavimo galimybės lieka atviros aprangos ir tekstilės sektoriaus gamybos procesuose.

Išvados

1. Išanalizavus mokslinę literatūrą aprangos ir tekstilės sektoriaus gamybos skaitmenizavimas apibūdinamas kaip gaminių vertės didinimo procesas. Gamybos procesų skaitmenizavimo aspektai:

- skaitmenizacija vertikalioje ir horizontalioje gamybos grandinėse, tikėtina, kad sutrumpins gamybos laiką ir modifikuos gamybos procesus, taip sumažins žmogiškuosius veiksnius;
- paslaugų ir produktų skaitmenizavimas, kuris turi įtakos veiklos efektyvumo augimui;
- klientų prieigos skaitmenizacijos galimybės, kurios skatina verslo modelio modifikaciją, komunikaciją tarp gamybinių įmonių ir klientų, taip galima efektyviau reaguoti į iškilusius klausimus, problemas.

2. Identifikavus aprangos ir tekstilės sektoriaus gamybos procesus, galima įvardinti šiuos galimus skaitmenizuoti gamybos proceso etapus:

- išankstinės gamybos / paruošiamuosius etapus;
- pagrindinės gamybos etapus;
- baigiamosios gamybos etapus.

Gamybos procesų skaitmenizavimas – vienas iš būdų priartėti prie klientų, siekiant įgyvendinti jų norus ir išaugusius poreikius, priartėti prie verslo partnerių, tiekėjų, taip palaikant glaudesnius ryšius ir efektyvinant gamybos procesų etapus.

3. Atlikus palyginamąją analizę matyti, kad aprangos ir tekstilės sektoriaus gamyba užima svarbią vietą šalies ekonomikoje. Gamybos skaitmenizavimo aspektu matyti, kad Lietuvos aprangos ir tekstilės sektoriui reikia dėti didesnes pastangas. Palyginti su kitomis ES lyderiaujančiomis šalimis, šiame sektoriuje Lietuvos pozicija galėtų augti. Aktyvesnis sektoriaus gamybos įmonių bendradarbiavimas su mokymo įstaigomis galėtų patenkinti naujų jaunų specialistų poreikį.

Literatūra

- Adamik, A., & Nowick, M. (2018). Preparedness of companies for digital transformation and creating a competitive advantage in the age of Industry 4.0. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, 12(1), 10–24. <https://doi.org/10.2478/picbe-2018-0003>
- Bonfanti, A., Del Giudice, M., & Papa, A. (2018). Italian craft firms between digital manufacturing, open innovation, and servitization. *Journal of the Knowledge Economy*, 9, 136–149. <https://doi.org/10.1007/s13132-015-0325-9>
- Dilberoglu, U. M., Gharehpapagh, B., Yaman, U., & Dolen, M. (2017). The role of additive manufacturing in the era of Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 11, 545–554. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.148>
- Dissanayake, D. G. K. (2018). Does mass customization enable sustainability in the fashion industry? <https://www.intechopen.com/chapters/69329>
- Eurostat. (2019). *Individuals having ordered/bought goods or services for private use over the internet in the last three months*. <https://data.europa.eu/data/datasets/vj9p5vpyrio2k5xumpw2a?locale=en>
- Geissbauer, R., Vedso, J., & Schrauf, S. (2016). *Industry 4.0: Building the digital enterprise*. <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>
- Hozdić, E. (2015). Smart factory for industry 4.0: A review. *International Journal of Modern Manufacturing Technologies*, 7(1), 28–35.
- Jančiauskas, B., Maceika, A., Strazdas, R., Toločka, E. ir Zabelavičienė, I. (2012). *Pramonės įmonių valdymas: planavimas, organizavimas, vadovavimas*. Technika. <https://doi.org/10.3846/1288-S>
- Jayatilake, H., & Rupasinghe, T. D. (2016). *Implementing Industry 4.0 in the apparel industry; A study to design a customized smart apparel production plant*. <https://www.researchgate.net/publication/310313853>
- Jelil, R. A. (2018). Review of artificial intelligence applications in garment manufacturing. In *Artificial intelligence for fashion industry in the Big Data era* (pp. 97–123). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-0080-6_6
- Kaewkanha, P. (2016). *Guideline for garments manufacturing process*. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/guideline-garments-manufacturing-process-pattanachai-kaewkanha>
- Shekhat, V. M. (2015). Theory of production. In *Engineering economics and management*. <https://www.madewill.com/wp-content/uploads/2020/10/Theory-of-production.pdf>
- Kaplanidou, A. (2018). *Digitalization in the apparel manufacturing process* [Master's thesis]. Utrecht University.
- Liu, N., Chow, P.-S., & Zhao, H. (2019). *Challenges and critical successful factors for apparel mass customization operations: Recent development and case study*. Springer. <https://doi.org/10.1007/s10479-019-03149-7>
- Loetscher, S., Starmanns, M., & Petrie, L. (2017). *Changing fashion: The clothing and textile industry at the brink of radical transformation*. https://www.wwf.ch/sites/default/files/doc-2017-09/2017-09-WWF-Report-Changing_fashion_2017_EN.pdf
- Mattsson, S., Gullander, P., & Davidson, A. (2011). *Method for measuring production complexity* [Conference presentation]. International Manufacturing Conference, Sweden.
- Mickevičienė, R. ir Burinskienė, A. (2019). Lean vadybos sistemos diegimo iššūkiai gamyboje. Iš *22-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminė konferencija* (p. 1–8), Vilnius, Lietuva.
- Moreira, B. M. D. N., Gouveia, R. M., Silva, F. J. G., & Campilho, R. D. S. G. (2017). A novel concept of production and assembly processes integration. *Procedia Manufacturing*, 11, 1385–1395. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.268>
- Nagulevičius, E. ir Jakubavičius, A. (2019). Gamybos proceso modernizavimas, pramonės skaitmenizavimo iššūkių kontekste. Iš *22-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminė konferencija* (p. 1–9), Vilnius, Lietuva. <http://jmk.vvf.vgtu.lt/index.php/Verslas/2019/paper/viewFile/374/150>
- Park, M., & Yoo, J. (2018). Benefits of mass customized products: Moderating role of product involvement and fashion innovativeness. *Heliyon*, 4(2), e00537. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00537>
- Parviainen, P., Tihinen, M., Kääriäinen, J., & Teppola, S. (2017). Tackling the digitalization challenge: How to benefit from digitalization in practice. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 5(1), 63–77.
- Petrovic, V., Pesic, M., Joksimovic, D., & Milosavljevic, A. (2019). Digitalization in the textile industry – 4.0 industrial revolution in clothing production. In *International Joint Conference on Environmental and Light Industry Technologies* (pp. 11–21), Budapest, Hungary.
- Radziwon, A., Bilberg, A., Bogers, M., & Madsen, E. S. (2014). The smart factory: Exploring adaptive and flexible manufacturing solutions. *Procedia Engineering*, 69, 1184–1190. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.03.108>
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Engel, P., Harnisch, M., & Justus, J. (2015). *Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries*. https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_p
- Simanavičienė, Ž. ir Besagirskaitė, D. (2019). Modernizing the manufacturing process in the context of industrial dynamics challenges. *Public Security and Public Order*, 2019(22), 145–157.
- The European Apparel and Textile Confederation. (2020). *Facts and key figures of the European textile and clothing industry*. <https://euratex.eu/wp-content/uploads/EURATEX-Facts-Key-Figures-2020-LQ.pdf>
- The World Bank. (2018). *Textiles and clothing (% of value added in manufacturing)*. <https://data.worldbank.org/indicator/NV.MNE.TXTL.ZS.UN>

- Vaidya, S., & Prashant Ambadb, P., & Bhosle, S. (2018). Industry 4.0 – A glimpse. *Procedia Manufacturing*, 20, 233–238. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.034>
- Versli Lietuva. (2017). *Lietuvos drabužių gamybos pramonė*. https://www.verslilietuva.lt/uploads/media/597f2b7cedda9/2017.06.19_drabuziu_pramone_v2.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>
- Yeung, H.-T., Choi, T.-M., & Chiu, C.-H. (2010). Innovative mass customization in the fashion industry. In *Innovative quick response programs in logistics and supply chain management* (pp. 423–454). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-04313-0_21
- Zinkevičiūtė, V. ir Vasilis Vasiliauskas, A. (2013). *Gamybos logistika gamybos vadyba*. Socialinių mokslų kolegija.

TRENDS AND TENDENCY IN THE DIGITALIZATION OF THE MANUFACTURING PROCESS IN THE APPAREL AND TEXTILE INDUSTRY

Alma ŠNEIDARYTĖ, Eigirdas ŽEMAITIS

Abstract. Companies which want to remain competitive, it's important to respond appropriately to modern industrial opportunities and trends. Globally, digitalization has become an important phenomenon transforming production and its potential for efficiency. Apparel and textile companies have the potential to digitise many elements of production due to fast moving advanced digital technologies. This factor makes it possible to increase production efficiency, reduce costs, ensure the quality of products and services and maintain a competitive company in the context of globalisation. The aim of the study is to assess the trend, tendency and possibilities of digitalization in manufacturing processes in the apparel and textile industry. On the basis of scientific literature, the article analyses, the concept of the production process, the specificities if digitalization in the apparel ant textile sector. Comparative analysis will be used to distinguish the trends in digitalization of the production process of Lithuanian textile companies and their impact on the efficiency of enterprises have been investigated.

Keywords: manufacturing process, digitization, digitalization, digital technologies, apparel industry, industry 4.