

ĮMONĖS GAMYBOS SRAUTŲ EFEKTYVUMO DIDINIMO GALIMYBĖS

Žaneta Kavaliauskienė, Donata Žukauskaitė

Šiaulių valstybinė kolegija

Anotacija. Straipsnyje nagrinėjamos gamybos proceso tobulinimo ir efektyvumo galimybes langų ir durų gamybos įmonėje. Tyrimo tikslas – išanalizuoti įmonės gamybos efektyvumą bei remiantis tyrimo rezultatais pateikti gamybos proceso tobulinimo ir darbo efektyvumo galimybes.

Išanalizuota gamybos efektyvumo samprata. Atliktas esamo įmonės efektyvumo vertinimas. Pateiktos įmonės darbo efektyvumo didinimo galimybės. Taikytas mokslinės literatūros, įmonės dokumentų analizės ir vizualinio stebėjimo metodas. Atliktas gaminių normavimas, kurio metu nustatytas 2021 m. įmonės efektyvumas, lyginant normavimo duomenis įmonė dirba efektyviau nei 2016 m., išskirtos didžiausios ir dažniausiai pasitaikančios problemos gamyboje.

Aptarus įmonės *Lean* valdymo sistemą, įdiegtus metodus ir įrankius, pasiūlytas *Kaizen* tobulinimo įrankis, skatinantis darbuotojus įsitraukti į įmonės gerinimo procesus ir *Chaku-Chaku* metodas, pašalinantis gaminių kaupimo vietas, todėl gamyba vyktų nenutrūkstamai. Išskirtos penkios nuostolių rūšys, kurios nekuria vertės produktui, todėl jas pašalinus sumažėtų sąnaudos, ištekliai ir išlaidos.

Reikšminiai žodžiai: gamybos srautai, efektyvumas, *Lean*, *Chaku-Chaku*, *Kaizen*.

Įvadas

Tyrimo aktualumas. Šiuolaikinėje sparčioje ir globalioje visuomenėje daugėja gamybos įmonių, kurios plečiasi ir didina produkcijos eksportą tarptautiniuose vandenyse, dėl šios priežasties didėja ir konkurencija, kuri vyrauja tiek šalies viduje, tiek tarptautinėse rinkose. Norint išlikti rinkoje vienas iš gamybinių įmonių prioritetų tampa gamybos ir darbuotojų veiklos efektyvumo siekimas.

Nepaisant gamybos srities, dauguma surinkimo operacijų yra standartinės, o pagrindinis rodiklis, apibrėžiantis našumą bei galutinę operacijos kainą – operacijos laikas. Todėl vienas pagrindinių metodų procesams gerinti yra šių standartinių operacijų pertvarkymas bei pergrupavimas, tai yra tiesiausias kelias įmonės produktyvumui didinti.

Šalies ir užsienio autoriai intensyviai analizuoja gamybos procesų valdymą (Krasickaitė ir kt., 2019), gamybos efektyvumo didinimą mažinant nuostolius (Tilindis, 2016; Baliukonis, Čiarnienė, 2017), gamybos efektyvumo prognozavimą (Neimontas, 2019), *Lean* gamybos metodų pranašumą (Bhamu, Sangwan, 2014; LeMahieu ir kt., 2017; Cannas ir kt., 2018) ir pan.

Tyrimo problema: Kaip padidinti įmonės gamybos srautų efektyvumą?

Tyrimo tikslas: Išanalizuoti įmonės gamybos efektyvumą bei remiantis tyrimo rezultatais pateikti gamybos proceso tobulinimo ir darbo efektyvumo galimybes.

Tyrimo uždaviniai:

1. Išanalizuoti gamybos efektyvumo sampratą.
2. Atlikti esamo įmonės efektyvumo vertinimą.
3. Pateikti įmonės darbo efektyvumo didinimo galimybes.

Tyrimo metodai: Mokslinės literatūros analizė; stebėjimas; įmonės dokumentų analizė; duomenų rinkimo bei apdorojimo metodas.

Tyrimo metodologija

Tyrimo teorinėje dalyje bus atskleidžiama gamybos efektyvumo samprata, jos rūšys, darbo organizavimo bei normavimo aspektai ir *Lean* koncepcijos reikšmė gamyboje. Atlikus mokslinės literatūros analizę, surinkta informacija bus apibendrinta ir išskirti *Lean* valdymo sistemos metodai gamybos įmonėje. Siekiant ištirti įmonės gamybinių efektyvumą bus apžvelgiamas gamybos darbas, išskirti gamybos procesai, gamybos operacijos ir veiksmų normavimo laikas, gauti duomenys palyginti.

Toliau bus pristatyti įmonės produktai, atlikta gamybos procesų normavimo duomenų analizė, *Lean* metodų apžvalga.

Empirinių tyrimų sudaro: operacijų normavimas ir duomenų analizė, remiantis įmonės 2016–2021 m. duomenimis; gamybinės veiklos efektyvumo ir didinimo analizė (valdymo sistemos metodai ir nuostolių rūšys).

Stebėjimo metu bus analizuojama gamybos veikla, gamybos procesai, jų tarpusavio ryšiai, aptariamose įdiegtose valdymo sistemos. Pasitelkus gamybos operacijų normavimo dokumentus, bus nagrinėjami įvairių operacijų laikai priklausomai nuo tam tikros operacijos ir jų specifikos.

Gamybos efektyvumo teoriniai aspektai

Gamybos efektyvumo samprata

Nėra tokios verslo sferos, kurios nepaliestų efektyvumo klausimas. Tęsiant kalbą apie gamybos efektyvumą, jis gali apimti išteklių panaudojimo, gamybos proceso, teikiamų paslaugų, darbuotojų veiklos ar vadovavimo sprendimo efektyvumą, tačiau dažniausiai efektyvumą suprantame kaip gamybos išteklių panaudojimo lygį, garantuojantį didžiausią produkcijos apimtį.

Škėlaitė ir Mačiulytė-Šniukienė (2019) teigia, jog lietuvių mokslinėje literatūroje dažniausiai efektyvumas interpretuojamas kaip gamybos išteklių panaudojimo lygis, garantuojantis didžiausią produkcijos apimtį. Kalbant apie efektyvumą užsienio literatūroje, yra plačiai naudojamos dvi sąvokos, kurios yra neatsiejamos viena nuo kitos: efektyvumas kaip produktyvumas (angl. *efficiency*) ir efektyvumas kaip veiksmingumas (angl. *effectiveness*). Pasak Drucker (1963, cit. iš Baliukonis ir Čiarnienė, 2017), *effectiveness* reiškia *daryti dalykus teisingai*, o *efficiency* – *daryti teisingus dalykus*.

Įvairių autorių efektyvumo apibrėžimas pateikiamas kiek skirtingai, tačiau pati sąvokos esmė išlieka gana panaši net 16 metų – tai sąnaudų ir rezultatų santykis. Tai rodo, kad efektyvumą galima įvertinti palyginant gautą rezultatą su sąnaudomis, gautomis siekiant rezultato. Tai išteklių panaudojimo veiksmingumas, kai norimas rezultatas pasiekiamas mažiausiomis sąnaudomis ar naudojant turimus išteklius pasiekiamas maksimalus galimas rezultatas. Daugelis autorių efektyvumą sutapatina su pelningumu, produktyvumu, likvidu ar našumu. Šis dviprasmiškumas kyla ne tik dėl subjektyvių priešasčių, bet ir dėl tam tikrų idėjų hierarchinės tvarkos trūkumo.

Remdamosios esminiais *efektyvumo* sąvokos bruožais, autorės *efektyvumą* apibrėžia, kaip mažiausią sąnaudų naudojimą siekiant geriausio galimo rezultato.

Gamybos procesų efektyvumas

Nuožmi konkurencija gamybos pramonėje skatina gamintojus ieškoti būdų, kaip mažinti kaštus – didinti našumą gamybos procese. Vienas ir pagrindinių proceso našumo rodiklių yra efektyvumas, t. y. pagamintos ar surenkamos, naudingos produkcijos kiekio ir viso darbo laiko santykis. Proceso efektyvumas priklauso nuo organizacijos sunaudojamų išteklių proceso tikslui pasiekti: kuo mažiau išteklių sunaudojame, tuo didesnis yra proceso efektyvumas, kuo gamybos

procesas yra efektyvesnis, tuo mažesnės gamybos išlaidos ir didesnė sukuriama pridėtinė vertė.

Gamybos proceso sudarymas – tai priemonių, racionaliai derinančių dalinius gamybos procesus su darbo priemonių ir darbo objektų naudojimu, sistema, apimanti visus įmonės veiklos etapus ir sritis. Įmonės turi savus gamybos proceso sudarymo ypatumus: dėl mažų gamybos apimčių, ribotų gamybinių pajėgumų, kapitalinių įdėjimų, darbuotojų kvalifikacijos lygio ypatumų ir kt. Į tai reikia atsižvelgti optimizuojant pagrindinius, pagalbinius ir aptarnavimo procesus.

Norėdama dirbti efektyviai, gamybos įmonė turi nuolat tobulinti ir analizuoti gamybos procesus. Kiekvienas procesas atskirai gali turėti įtakos gamybos efektyvumui, todėl turi būti analizuojamas visas vertės kūrimo procesas nuo užsakymo pateikimo iki galutinio produkto išsiuntimo vartotojui.

Gamybos efektyvumo rūšys

Mokslo šaltiniuose minima nemažai efektyvumo rūšių, tačiau iš esmės Bagdanavičius ir kt. (1999); Lukaševičius ir kt. (2005) išskiria tris pagrindines efektyvumo rūšis: alokacinę efektyvumą, dar vadinamą paskirstymo efektyvumu, dinaminę efektyvumą ir technologinę arba techninę efektyvumą. Taigi, šias tris efektyvumo rūšis galima laikyti pagrindinėmis.

Alokacinis efektyvumas skaičiuojamas tada, kai bendrovė gauna didžiausią grąžą arba naudingumą iš jos ribotų išteklių. Tai yra tinkamiausias produktų derinys už mažiausią kainą arba optimalų ekonominių išteklių paskirstymą, ir tai taip pat reiškia geriausią turimų išteklių derinį.

Dinaminis efektyvumas pasiekiamas, kai inovaciniai pokyčiai įvyksta greitai ir tinkamu laiku, o priimti tokius sprendimus įmonės skatina vyraujanti konkurencija, verčianti įdiegti naujas technologijas, skatinančias produktyvumą. Technologinis arba techninis efektyvumas – tai nuostolių nebuvimas dėl tinkamai naudojamų turimų išteklių, kuomet gamintojas sugeba pagaminti didžiausią priimtinos kokybės produkcijos kiekį su mažiausiomis turimomis sąnaudomis.

Gamyba laikoma technologiškai efektyvia, jei ta pati gamybos technologija gamina tą pačią produkciją už mažesnes sąnaudas, taigi sunaudojama mažiau išteklių, mažiau laiko ir energijos, taip pat išvengiama nereikalingų atliekų ir apribojimų.

Tad efektyvumas yra efektyvaus, produktyvaus rezultato siekimas minimaliomis sąnaudomis ir racionalus turimų išteklių naudojimas.

Gamybos proceso organizavimo principai

Gamybos proceso organizavimas – tai moksliskai pagrįsta sistema, kurios dėka yra derinamas darbas ir daiktiniai gamybos elementai. Atsižvelgiant į taikomą gamybos techniką ir technologiją, gaminamos produkcijos nomenklatūrą bei gamybos apimtį, siekiama gauti didžiausius rezultatus mažiausiomis sąnaudomis. Krasickaitė ir kt. (2019) praktikoje ir literatūroje išskiria šiuos gamybos organizavimo principus: proporcingumą, nenutrūkstamumą ir ritmingumą; specializavimą; sroviškumą; automatizavimą bei mechanizavimą; gamybos proceso lankstumą ir gamybos integravimą.

Gamybos nenutrūkstamumas pasiekiamas retai, dažniausiai aparatiniuose procesuose, kadangi nuolatiniame, nesustojančiame gamybos procese neatsiranda pertraukų, tačiau esant papildomoms, nenurodytoms pertraukoms gamybos nenutrūkstamumo pasiekti neįmanoma. Ritmingumas pasiekiamas, kai kiekvienoje darbo vietoje bet kuriuo laikotarpiu pagaminamas vienodas arba nuolat didėjantis produkcijos kiekis, visos darbo vietos (linijos) apkrautos tolygiai.

Specializuojant gamybos procesą, visi gaminiai, procesai ir operacijos pagal tam tikrus procesų požymius paskirstomi atskiriems įmonės padaliniais ir atskiroms darbo vietoms, kurios specializuojasi į šiuos procesus.

Reikia pripažinti, kad konkretus principų taikymas priklauso nuo gamybos apimtys, partijų dydžio. Reguluojant gamybą, reikia tarpusavyje suderinti įrengimų kiekį, gamybinį plotą ir darbininkų skaičių, kad visi šie veiksniai galėtų atitikti reikalaujamą darbo imlumą ir taip pat užtikrintų nepertraukiamą darbą.

Pasak Neimonto (2019), gamybos efektyvumas yra gyvybiškai svarbus ne tik vertinant gamybos rezultatus, tačiau ir planuojant būsimą gamybą.

Atkreiptinas dėmesys, kad norint sukurti stiprią ir vienodą sistemą, kuri apima visą organizaciją ir jos struktūrą, taip palengvindama užduočių darbuotojams paskirstymą, svarbu įtraukti darbuotojus siekti vieno tikslo, tinkamai ir laiku paskirstyti jiems uždavinius, funkcijas ir atsakomybę už tam tikrus veiksmus visame organizavimo procese, o dėl viso to padidėja organizacijos efektyvumas.

Gamybos operacijų ir proceso modeliavimas

Seniausias ir išsamiausiai ištirtas gamybos būdas – rankinis surinkimo procesas, žinoma, technologijoms kintant itin daugėja automatizavimo galimybių. Pasak Tilindžio (2016), išskirtinos pagrindinės dvi modeliavimo kryptys – tai

surinkimo operacijų modeliavimas ir surinkimo proceso modeliavimas.

Operacijų modeliavimo esmė tokia, kad mechaninių surinkimo operacijų išdėstymo tvarka užtikrintų, kad surinkimo laikas užtruktų kuo trumpiau. Tai reiškia, kad gamyboje dėl šio rezultato yra supaprastinami surinkimo procesai, mažinami arba integruojami tam tikri komponentai, keičiamas gaminio dizainas.

Proceso modeliavimo esmė – tinkamos ir efektyvios surinkimo technologijos pasirinkimas. Tai gali būti: surinkimo linija vienam gaminiui, surinkimo linija keletui gaminių, U formos surinkimo linija ir t. t. Renkantis proceso modeliavimą atsižvelgiama į planuojamus gamybos kiekius, dabartinę gamybos situaciją, turimas patirtis, skaičiavimus bei prielaidas. Skaičiavimais nusprendžiama, koks surinkimo tipas turi būti pritaikytas ir kiek surinkimo darbo vietų turėtų būti projektuojama.

Tad galima teigti, kad, tam tikrais gamybos atvejais, operacijų modeliavimas duoda gerų rezultatų, tačiau didesnę įtaką efektyvumui ir galutiniam surinkimo laikui turi proceso modeliavimas, nes net ir efektyviai surenkamo gaminio surinkimą gali išžėsti neteisingai parinktas technologinis surinkimo procesas.

Darbo organizavimas ir normavimas

Įmonės veiklos efektyvumas priklauso nuo to, kaip organizuojamas darbas.

Vanagas (2009), Stoškus (2002) bei Xyrichis ir Ream (2008) skiria daugiau dėmesio sąveikai tarp žmonių, darbo procesų struktūros, įrenginių ir darbo objektų, o Martinkus (2003) darbo organizavimą pateikia kaip visumą priemonių, kurios padeda tikslingai naudoti darbo jėgą.

Siekiant efektyvaus darbo įmonėje, jos darbuotojai privalo būti atsakingi už tikslų įgyvendinimą, darbo veiklos raidą ir priežiūrą.

Kaip ir dauguma kitų procesų, darbų normavimas yra skirstomas į atskiras sritis. Vanagas normas klasifikuoja pagal normų rūšis, jų pagrindimą bei galiojimo laiką ir toliau jas dar smulkiau išskaido. Martinkus (2003) tiesiog išskiria tris normavimo lygius, kuriuos sudaro: laiko normos; išdirbio normos; darbuotojų skaičiaus normos.

Laiko normos parodo, kiek optimaliai reikia laiko, kad mašininio ar rankinio darbo operacija būtų atlikta (vienam produkcijos vienetui). Išdirbio normos parodo, kiek turi būti pagaminta produkcijos vienetų per nustatytą laiko normatyvą. Darbuotojų skaičiaus normos rodo, kiek ir kokių reikia darbuotojų, kad būtų atliktos jiems paskirtos užduotys ir darbai. Tad galima teigti, kad šie

normavimo lygiai priklauso vienas nuo kito kaip bendra sistema.

Technologijos proceso normavimo tikslas – gamybos išteklių techniškai pagrįstų normų nustatymas. Procesas normuojamas apskaičiuojant laiko normas, pagal kurias atliekami gamybos ekonominiai skaičiavimai: nustatomas reikiamas technologinių įrenginių kiekis, pjovimo, matavimo ar kitų įrankių poreikis, reikiamos darbo jėgos mastas. Atliktas normavimas parodo teorinį detalės apdirbimo arba pagaminimo laiką, sugeneruoja detalės apdirbimo eigą, todėl padeda projektuoti gaminius taip, kad būtų atsižvelgta į gamybą mažesnėmis sąnaudomis ir nereikalaujant sudėtingų technologijų.

Lean valdymo sistema

Lean koncepcija pirmiausiai panaudota Japonijoje po antrojo pasaulinio karo, kai šalies gamintojai suvokė, kad jie negali sau leisti didelių investicijų, reikalingų atkuriant nusiaubtus įrenginius, tad *Toyota* automobilių gamykla Japonijoje pradėjo pagaminti mažiau atsargų, žmogiškųjų pastangų ir investicijų reikalaujančius automobilius ir įvedė didesnę ir vis didėjančią produktų įvairovę (Bhamu, Sangwan, 2014).

Lean tai bendra sistema, kurioje visi darbuotojai ir komandos nariai įtraukti į įmonės tobulinimą (LeMahieu, 2017).

Lean terminas apibūdina ne vieną faktorių: didina konkurencingumą, gerina produktų kokybę, reaguoja į klientą, mažina atliekas ir išlaidas, tad *Lean* yra puikus geresnių rezultatų siekimo, tobulėjimo, laiko ir kaštų optimizavimo įrankis įmonėse.

Lean metodai

Analizuojant *Lean* sistemą, svarbu akcentuoti tai, kad gamyboje naudojami įvairūs metodai ir įrankiai, kurie padeda identifikuoti ir eliminuoti gamybos nuostolius. Pagrindiniai įrankiai yra darbo vietos organizavimo metodas *5S*, standartizuotas darbas, įrengimų valdymas *TPM*, susirinkimų sistema *Asaichi*, pagalbinių įrankių metodas *Kaizen*, atsargų mažinimo metodas *JIT*, *Kanban* metodas, atsargas reguliuojantis metodas *FIFO*, gaminio srauto metodas *Chaku-Chaku*.

Nuostolių šalinimą galima pradėti nuo *5S* metodo. Tai tam tikras įmonės kultūros modelis, leidžiantis nuolat gerinti darbo aplinką ir sąlygas įtraukiant visus įmonės darbuotojus. Remiantis Jančiausku ir kt., (2012), *5S* žingsniai: surūšiavimas, savikontrolė, susitvarkymas, standartizavimas, spindėjimas.

Kiekviena iš *5S* gairių padeda vadovams ir darbuotojams pasiekti didesnę organizuotumą,

standartizaciją ir efektyvumą, nes visi kartu sumažina išlaidas ir didina našumą.

Tešiant kalbą apie apie *Lean* metodus svarbu paminėti tai, kad ne ką mažiau svarbus *TPM* (įrengimų valdymo) – įrengimų priežiūros metodas, orientuotas į įrengimų prevencinę priežiūrą siekiant užtikrinti stabilų procesą, kurio metu yra įdiegiama įrengimų priežiūros sistema, išskirstomos pareigybės tarp technikos ir gamybos skyrių darbuotojų. Katkamwar ir kt. (2013) teigia, kad tai yra komandinė, prevencinė ir produktyvi priežiūra, apimanti darbuotojus nuo aukščiausios iki žemiausios grandies. Aiškiai nurodomos instrukcijos kas, kada ir ką turi atlikti, kad įrengimai tarnautų tinkamai, be gedimų ir nelaimingų atsitikimų. *TPM* metodas užtikrina stabilią ir produktyvią gamybą bei įrangos efektyvumą, sumažinant defektų, nelaimingų atsitikimų ar avarijų skaičių, neplanuotų prastovų skaičių, nuostolius ir per dideles įrengimų aptarnavimo išlaidas.

Vienas iš nuolatinio tobulinimo būdų yra *Kaizen* metodas. Pagal šį metodą daugumą gamybos procesų galima patobulinti panaudojus darbuotojų kūrybiškumą, žinias, patirtį ir įgūdžius, taip ilgainiui pagerinant gamybos procesus ir dirbant efektyviau. Nors šis metodas daugiausiai dėmesio skiria procesams, o ne rezultatams, visgi gerinant procesus, gerinami ir gamybos rezultatai. Metodo tikslas – patobulinti organizacijos procesus, padaryti juos patogesnius, saugesnius, greitesnius ir efektyvesnius. Pasak Özdagoglu ir Rebis (2016), *Kaizen* metodas turi šiuos privalumus: naudingas visose pramonės šakose; prioritetas – žmogiškieji išteklių; aktyvus ir efektyvus problemos sprendimo metodas; atsakomybė krenta visiems darbuotojams, komandai; skatina darbuotojus siekti tikslo; veikia kaip produkto kokybės gerinimo motyvas; pašalina tikrinimų būtinybę; gerina darbo aplinką; padeda sutelkti dėmesį į tobulėjimą.

Kaizen procesas įtraukia darbuotojus, suteikia jiems galimybę teikti kryptingas ir reikalingas idėjas ir taip prisidėti prie savo darbo vietų tobulinimo, darbo palengvinimo. Ilgalaikeje perspektyvoje įgyvendinti pasiūlymai padeda įmonei dar patobulinti jos veiklą, pagerinti darbo aplinką, produktų ar paslaugų kokybę bei sutaupyti resursų.

Norint optimizuoti gamybos procesą, gamyboje reikia pereiti prie atsargų mažinimo metodo *JIT* (angl. *just in time* – viskas laiku). Šis *Lean* metodas padeda kontroliuoti visus tiekimo grandinės procesus: žaliavų užsakymus, gamybą, surinkimą, sandėliavimą, atsargų apskaitą, užsakymų valdymą (Santos-Bento, Tontini, 2018).

Kanban (liet. ženklas, signalas, kortelė) yra svarbus *JIT* gamybos sistemos įrankis. Šis metodas padeda užtikrinti vientisą proceso vertės srautą,

mažinti nuostolius ir efektyviai valdyti atsargas, kadangi *Kanban* sistema reikalauja gaminti produktus tik tuomet, kai yra jų paklausa. Šis metodas leidžia lengviau stebėti medžiagų srautą visoje įmonėje, nes įdiegiamos vizualių signalų sistemos sujungia atskirus procesus, aiškiai parodydamos darbuotojams, kada kuris užsakymas turi būti atliktas arba kur, kada ir kokios atsargos ar produktai turi būti pristatyti į reikalingus procesus. Tokia standartizuota sistema palengvina darbuotojų darbą ir kartu užtikrina atsargų lygio mažėjimą, išvengiant papildomo planavimo ir kontrolės. Svarbūs veiksniai, užtikrinantys sklandų *Kanban* veikimą, ir tai, kad ankstesnis procesas negali perduoti nekokybiškų produktų į kitą procesą ar operaciją, todėl procesas ima tik tiek produktų, kiek sunaudojo, einantis procesas gamina tiksliai tiek, kiek užsakė kitas procesas. Taip gamyba sumažina produktų ir medžiagų atsargas, nes gamina tik tada, kada reikia, suderina gamybos procesus ir užtikrina nuolatinį gamybos srauto darbą.

Siekiant sumažinti laiko ir judėjimo sąnaudas, įdiegiamas *Chaku-Chaku* metodas. Tai vieno gaminio srauto metodas, kai gaminys iš staklės iškraunamas tuomet, kai darbuotojas jį gali iš karto transportuoti prie kitų staklių. Naudojant šį principą išvengiamas papildomo laiko eikvojimas sustojimo, tarpinėje iškrovimo ir kaupimo vietose. Tačiau šis *Chaku-Chaku* gamybos įrankis pasiteisina tik tuomet, kai visa įranga, reikalinga gaminiui gaminti yra išdėstyta reikiama seka, mažais atstumais, tuomet darbuotojas tik padeda gaminį ir pereina prie kito srauto etapo (Kane ir kt., 2008, cit. iš Matusėvičienė, 2017).

Tad *Lean* sistema yra sukurta optimizuoti ir su efektyvinti organizacijos veiklą, eliminuoti vertės nekurančias veiklas ir sustiprinanti tas veiklas, kurios kuria vertę ir atneša didžiausią naudą mažiausiomis sąnaudomis. *Lean* sistemą sudaro daugelis įrankių ir metodų, kure yra unikalūs ir turi savitą pritaikomumą, todėl kiekviena įmonė gali pasirinkti ir įdiegti jiems tinkamus *Lean* sistemos įrankius ir metodus, kurie padės valdyti organizacijos veiklos procesus, išteklius ir kitas organizacijos problemas.

Nuostolių rūšys

Mokslinėje literatūroje, nagrinėjančioje *Lean* sistemą, yra išskiriamos pagrindinės 7 nuostolių rūšys, kurias galima skirstyti į netolygią gamybą, per didelį darbo krūvį ir vertės nekurančią veiklą (šis nuostolis yra kenksmingiausias), todėl būtent juos reikėtų pašalinti pirmiausiai. Anot Mikulio (2007), nuostoliai sietini su papildomomis pastangomis, atsargomis, papildomais procesais, perprodukcija, laukimu, defektais ir transportavimu,

yra etapai, kurie nesukuria pridėtinės vertės, o vertė yra tai, už ką klientas yra pasiruošęs mokėti.

Mokslinėje literatūroje kaip negatyviausi nuostoliai, sąlygojantys kitus nuostolius, yra įvardijami pergaminimas bei produkcijos perteklius. Atsiradus perteklinei gamybai iškyla atsargų ir sandėliavimo problemos, nebeužtenka žaliavų arba jų yra per daug, žaliavoms ir produktams reikia skirti didesnę sandėliavimo vietą, papildomi procesai, jei produktus reikia perdirbti, reikia imtis išardymo procesų, kurie kainuoja žmogiškuosius kaštus, atsiranda transportavimo kaštai ir pan. Visi šie procesai ir veiksmai, išskylantys dėl produkcijos pertekliaus ar pergaminimo, yra nuostoliai, nes klientas už juos nemoka. Jie turi būti mažinami ir, jei įmanoma, eliminuojami.

Norint gamyboje sutrumpinti užsakymo įvykdymo laiką, sumažinti kaštus, gerinti darbo saugą ir kokybę reikia optimizuoti procesus per 7 nuostolių identifikavimą: atsargų kiekį, nereikalingą vaikščiojimą ir neefektyvų transportavimą, papildomus procesus, prastovą ir laukimą, broko taisymą bei gamybą ne pagal poreikį.

Gamybinės įmonės charakteristikos

Tiriama gamybinė įmonė nuo 1926 m. tapo viena iš pirmaujančių langų ir durų gamintojų Skandinavijoje bei Jungtinėje Karalystėje. Grupę sudaro 9 antrinės įmonės, turinčios 12 gamyklų, 30 pardavimo skyrių ir apie 2000 darbuotojų, dirbančių Norvegijoje, Švedijoje, Danijoje, Lenkijoje, Lietuvoje, Jungtinėje Karalystėje, Airijoje ir Kinijoje. Grupės pardavimų pajamos sudaro apie 270 mln. eurų. Viena iš įmonių grupei priklausančių gamyklų yra įsikūrusi Lietuvoje, Mažeikiuose, kur gaminami produktai iš aliuminio ir uPVC.

Tai patvarūs, nereikalaujantys daug priežiūros ir ilgaamžiai gaminiai, kurie gali tarnauti nuo 40 iki 75 metų su sąlyga, kad jie bus tinkamai sumontuoti, judančios detalės bus tinkamai prižiūrimos, o nusidėvėję komponentai nuosekliai keičiami. Lyginant uPVC gaminius su kitais galimais profilių medžiagų variantais, šiuos produktus lengva prižiūrėti, kadangi jie yra atsparūs drėgmei ir UV spinduliams, nerūdija, o paties uPVC paviršiaus nereikia perdažyti.

Tiriama gamybinė įmonė yra serijinio gamybos tipo, nes gamina gaminius didelėmis, vidutinėmis ir mažomis serijomis. Gamyboje vienas iš svarbiausių veiklos elementų yra gaminio surinkimas, tad įmonė yra priskiriama materialiai gamybai, kadangi kuria realų produktą. Įmonėje rankiniu, mechaniniu arba kombinuotu būdu atliekami šie gamybos procesai: profilių pjovimas, gumų frezavimas, armuotės priarmavimas, CNC įvairių kombinacijų frezavimas, profilių suvirinimas, kampų

frezavimas, kampų valymas, varčios ir rėmo kaustymas, galutinio gaminio surinkimas, įstiklinimas, supakavimas.

2021 m. įmonėje buvo atliktas gamybos procesų normavimas, kurio metu išskirti gaminių ir operacijų procesai, jų atlikimo trukmė, todėl gauti duomenys padės išskirti gamybos spragas, veiksmus ir operacijas, kurios nekuria gaminiui vertės, o visa tai padeda siekti produktyvesnio darbo, išryškina automatizavimo poreikius. Normavimo laikas taip pat turi įtakos ir kainų nustatymui, nes įmonė į savo produktų kainą įtraukia sunaudotų ir likusių nepanaudotų, nebetinkamų žaliavų kainą, elektros ir kitus mokesčius, eksportavimo išlaidas ir svarbiausia – darbo jėgos sąmatą. Tad išnormavus gaminius ir jų procesus būtų tiksliai nustatyta, kiek laiko ir sąnaudų reikia tam gaminiui paruošti. Tikimasi, kad surinktus duomenis bus galima panaudoti ir gamybos užsakymų terminų išgryninimui, kadangi norima iš konkurentų išsiskirti ne tik kokybe, lankstumu ir komunikavimu, bet ir gamybos greičiu.

Gamyba įmonėje prasideda nuo į įmonę atkeliaujančių žaliavų, kurias reikia apdirbti, todėl gamyba prasideda nuo profilių apdirbimo: pirmiausiai juos reikia supjaustyti, išfrezuoti gumas, vandens kanalus, sudėti armuotę ir priarmuoti, vėliau vykdomas profilių frezavimas CNC staklėmis, o kai profiliai yra paruošti, prasideda langų ir durų gamyba.

Apskaičiuojant operacijos optimalų laiką, fiksuojamas operacijos laikas penkis kartus ir išvedamas vidurkis, tačiau ilgiausias ir trumpiausias laikas į skaičiavimą neįeina. Operacijų normavimo formulė:

$$Y = \frac{(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5) - x_{min} - x_{max}}{3}$$

Y – operacijos normavimo laikas;

$x_{1,2,3,4,5}$ – operacijos atlikimo laikas;

x_{min} – mažiausias operacijos atlikimo laikas;

x_{max} – didžiausias operacijos atlikimo laikas.

uPVC langų normavimas

2016 m. įmonėje buvo atliktas gaminių normavimas, kurio metu buvo apskaičiuoti šie darbai: langų rėmo ir varčios kaustymas, skersinio montavimas ir gaminio stiklinimas. Šie procesai yra suskaidyti į smulkesnius veiksmus, kurie ir išryškina gamybos procesų nuoseklumą.

Langų rėmo kaustymas. Lyginant 2016 m. duomenis su 2021 m. normavimu, matoma, kad gaminio normavime skiriasi operacijos veiksmi. 2016 m. yra išskiriami šie veiksmi: rėmo atsinešimas, skenavimas, kaustymo brėžinio skaitymas, vyrių gręžimas, CE lipduko klijavimas, plėvelės karpymas, kaustymas, rėmo nunešimas,

varčios įkabinimas, kaustymo patikra, reguliavimas, kampų dažymas. 2021 m. rėmo kaustymo normavime papildomai išskirta ruošinio paėmimas ir sudėjimas, suvirinimas, konvejerio nuvažiavimas iki kampų valymo vietos, kampų valymas automatizuotu būdu ir kampų valymas rankiniu būdu. Kadangi šie veiksmi nėra visiškai automatizuoti, tai leidžia iki galo apskaičiuoti gaminio normavimą, šie procesai užtrunka 4:44 min. Neatsižvelgiant į šiuos veiksmus, nagrinėjamų metų duomenys išliko panašūs: 2016 m. rėmo kaustymo operacija užtrukdavo 7:03 min., o 2021 m. tie patys operacijų veiksmi vidutiniškai truko 6:09 min. Tam nedidelės įtakos turėjo ir plėvelės karpymas, todėl šio proceso 2021 m. nebėra. Vadinasi, galima teigti, kad per šį aptariamą laikotarpį pasikeitė operacijų modeliavimas, darbo našumas ir efektyvumas rėmo kaustymo operacijoje pagerėjo.

Varčios kaustymas. Apžvelgus 2016–2021 m. varčios kaustymo normavimą, išsiskiria operacijos veiksmi. 2021 m. papildomai išskirtas profilių paėmimas ir sudėjimas, suvirinimas, konvejerio nuvažiavimas iki kampų valymo vietos, kampų valymas automatizuotu būdu ir gaminio nukėlimas. Sudėjus šiuos veiksmus gaminio suvirinimo procesas trunka 4:08 min. Svarbu paminėti, kad kampų valymas automatizuotu būdu, be operatoriaus vyksta varčioms nuo 800 mm, jei varčios yra siauresnės, įrenginys pats neapsuka varčios, todėl šiam procesui atlikti reikia darbuotojo pagalbos. Tai reiškia, kad gaminti siauras varčias užtrunka ilgiau, nes darbuotojas, sudėjęs ruošinius į suvirinimo įrenginį, kol bus suvirinama varčia 1:01 min, eina prie kampų valymo, kampai valomi 2:18 min, tad kol operatorius padeda valyti kampus, jis būtų galėjęs sudėti kitus ruošinius profilių suvirinimui.

Nagrinėjant 2016–2021 m. varčios kaustymo operacijas išryškėja, kad laikas išliko toks pat, 2016 m. varčios kaustymo operacijos normavimas truko 6:59 min., o 2021 m., imant tuos pačius veiksmus, kaustymo operacijos vidutiniškai truko 6:49 min., tačiau išsiskiria tik šie veiksmi.

Iš gautų duomenų matome, kad apipūtimas oru ir gumos apkarpymas su kampų išvalymu prilygsta varčios paruošimo prieš kaustymą veiksmui, tačiau 2021 m. užtrunka minute ilgiau, varčios kaustymo veiksmi priešingai – 2016 m. užtrunka ilgiau beveik minutę. Tam įtakos turėjo atsakingesnis darbuotojų varčios paruošimas prieš kaustymą, kadangi šis veiksmas apima kampų ir siūlių valymą, kuris yra svarbus gaminio išvaizdos demonstravimui. Šis veiksmas turi būti atliktas kruopščiai ir be klaidų. Analizuojant varčios kaustymo veiksmus išryškėja, kad 2016 m. gaminiai po varčios kaustymo buvo valomi valikliu, o šiuo laikotarpiu šio veiksmo standartizuotame darbe nebėra.

Skersinio montavimas. Lyginant 2016–2021 metų skersinio montavimo normavimą, matoma, kad 2016 m. ši operacija truko du kartus ilgiau nei 2021 m. Šiuo metu ji užtrunka 3:45 min. Tai lėmė šie proceso veiksmi: skersinio vietos dėjimo atsimatavimas, šablono uždėjimas ir skylių gręžimas, skersinio dėjimas. Šių veiksmų normavimo laikas pagreitėjo lyginat su 2016 m. duomenimis, skersinio vietos dėjimo atsimatavimo laikas paspartėjo 30 sekundžių, šablono uždėjimas ir skylių gręžimas pagreitėjo dvigubai, o skersinio dėjimas – virš minutės. Efektyvesniam operacijos atlikimo laikui turėjo įtakos nuolatos tobulinamas 5S metodas, kurio dėka darbuotojai greičiau rado darbo įrankius ir žaliavas, reikiamas atlikti šioms operacijoms.

Skersinio montavimo operacija yra svarbi tuo, kad įsivėlus klaidai ir jos nepastebėjus, gaminys yra siunčiamas toliau į stiklinimo operaciją, o ten darbuotojas, pasiėmęs gaminį, pirmiausiai su oru išpučia varčios arba rėmo vidų nuo susikaupusių nešvarumų ir susideda gikus, tęsdamas operaciją susiranda ir deda stiklo paketą. Todėl jei skersinis yra įdėtas netiksliai, stiklo paketas netelpa arba gaminio matmenys persikreipia, tokį produktą gamyba siunčia atgal į buvusią operacijos atlikimo vietą, ištaisyti broko, tačiau prieš tai išimamas stiklo paketas ir gikai 30 sek. Tokiu atveju skersinis pataisomas arba įdedamas iš naujo ir vėl išsiunčiamas stiklinti. Stiklinant langus šis procesas vėl kartojamas, darbuotojas paima gaminį 11 sek., jį išpučia 12 sek., sudeda gikus 19 sek. ir deda stiklo paketą 44 sek. Kartojama operacija papildomai trunka 1:56 min.

Langų stiklinimas. Lyginant 2016 ir 2021 m. vieno stiklo paketo stiklinimo duomenis, matome, kad 2021 m. langų stiklinimo operacija vyksta beveik du kartus efektyviau, visi operacijos veiksmi atliekami keliomis sekundėmis greičiau, tačiau didžiausias pokytis matomas stiklo paketo atsinešimo ir dėjimo veiksmė. Pavyzdžiui, 2016 m. šie veiksmi užtrukdavo 1:48 min., o 2021 m. trunka 44 sekundes. Tam įtakos turėjo 5S metodas, kuris padeda palaikyti tvarką darbo vietoje, lengviau surasti darbo įrankius, taip pat šiam pokyčiui įtakos turėjo ir darbo vietos išdėstymas, nes darbuotojui stiklo paketai 2021 m. yra arčiau, juos patogiau paimti ir šie yra arčiau gaminio. Analizuojant langų stiklinimo procesų normavimą, kai stiklo paketas yra didelių gabaritų, išryškėja, kad 2021 m. darbas vyksta efektyviau, langas įstiklinamas 65 sekundėmis greičiau, tačiau 2021 m. normavimas atliktas darbuotojui pasitelkiant krano pagalbą, o 2016 m. tą patį procesą atliko du darbuotojai. Galima teigti, kad darbo stiklinimo procesas, kai stiklo paketas yra didelių gabaritų panaudojus krano pagalbą, darbas vyksta dvigubai

efektyviau. Atliekant normavimą pastebėta, kad kartais kyla atveju, kai darbuotojui stiklinant gaminį tenka pasitrupinti arba iš naujo išsipjauti stiklajuostes. Darbuotojas, atlikdamas šią operaciją, prikla dvi horizontalias stiklajuostes viršuje ir apačioje, tęsdamas veiksmą prideda vertikalias stiklajuostes ir pastebi, kad jos netelpa, tuomet darbuotojas turi išimti jau prikaltas horizontalias stiklajuostes, jas patrupinti, kartu patikrinti, ar tinka horizontalios, jas pamatuoti, ir kartoti operaciją – jis prikla horizontalias, vėliau ir vertikalias stiklajuostes. Netinkamų stiklajuosčių išėmimas, patrupinimas, pamatavimas ir prikaltimas, iš naujo užtrunka apie 2,5 minutes.

Apibendrinant gautus statistinius rodiklius galima teigti, kad įmonėje langų operacijų veiksmi šiuo metu atliekami efektyviau nei 2016 m., tačiau įmonėje yra procesų, kuriuos galima pagerinti ir dirbti dar našiau. Daugiausiai dėmesio norint pagerinti efektyvumą reikia skirti šiems veiksmams: skersinio montavimo procesui ir stiklajuosčių pjovimui, kuris turi įtakos stiklinimo operacijoms, taip pat kampų valymo įrenginio pritaikymas siauroms iki 800 mm. pločio varčioms.

uPVC durų normavimas

Įmonėje 2016 m. buvo atliktas normavimas, kurio metu buvo apskaičiuoti terasinių durų, varčios, rėmo kaustymas ir durų surinkimas, stumdomų durų varčios kaustymas ir surinkimas.

Terasinės durys. Analizuojant 2016–2021 m. terasinių durų kaustymo operacijos normavimą 2016 m. buvo praleista daug operacijos veiksmų: varčios paruošimas (profilų suvirinimas, kampų valymas po suvirinimo, kampų išfrezavimas, gumos vėrimas), visi rėmo paruošimo veiksmi. Per šį laikotarpį pasikeitė ir gaminių komplektacija: šiuo metu galimi gaminiai su skersiniais, dvidurės durys su stulpomis, taip pat galima rinktis spalvotus gaminius, o šių normavimo duomenų 2016 m. nėra.

Analizuojant varčios paruošimo duomenis, viršutinio ir apatinio kampo montavimo laikas su surinkimu, uždėjimu ir prisukimu skiriasi: 2016 m. užfiksuota vidutinė trukmė 3:02 min., o 2021 m. tas pats veiksmas 1:23 min., tai yra 2,5 karto greičiau. Panašus pagreitėjimas matomas ir pavaros montavimo operacijose: pavaros atsinešimas, matavimas, nukirpimas ir prisukimas, šių veiksmų vidutinė trukmė 2016 m. 3:35 min., o 2021 m. 1:45 min., tai 2,3 karto greičiau. Greitesnį šių operacijų atlikimą lėmė 5S metodas, kuris leido palaikyti tvarką darbo vietoje, darbuotojai greičiau rado darbo įrankius, operacijai reikalingos žaliavos laikomos arčiau darbo vietos. Analizuojant durų surinkimo operacijas matyti, kad per šį laikotarpį buvo pakeisti durų vyriai, 2016 m. buvo

montuojami *Rondo* vyriai, kurių montavimas užtrukdavo 12:35 min., o 2021 m. pradėjus montuoti *DR. Hahn* vyrius, vyrių skylių išgręžimo operacijas perėmė CNC frezavimo staklės, todėl sutrumpėja operacijų laikas, darbuotojams lieka tik prisukti vyrius į išgręžtas vietas, o tai vidutiniškai užtrunka 3:50 min.

Analizuojant 2021 m. terasinių durų kaustymo duomenis, ženkliai skiriasi gumos vėrimo operacijų laikai skirtingomis medžiagomis – tai juoda arba pilka guma, nes šių gumų vėrimo principas toks pat, tačiau skiriasi jų spalva ir standumas. Kadangi pilka guma yra minkštesnė, ją darbuotojai įveria į varčią greičiau, per 3:49 min., o į rėmą – per 5:44min, juodos gumos vėrimas į varčią užtrunka 2,3 kartus ilgiau – 8:04 min, į rėmą 2,6 karto ilgiau, tai yra per 14:41 min.

Stumdomos durys. Apžvelgus 2016 ir 2021 m. normavimo duomenis, išryškėjo stumdomų durų pagaminimo laiko skirtumas: 2016 m. stumdomas duris pagamindavo per keturias valandas ir penkiolika minučių, šiais metais pagamina per dvi valandas ir trisdešimt septynias minutes, todėl galime teigti, kad gamybos procesas yra efektyvesnis, o nagrinėjant smulkesnius veiksmus išskiriami šie labiausiai pakitę veiksmi: nevarstomos ir varstomos varčios kampų ir siūlių valymas rankiniu būdu. Šį procesą svarbu atlikti kruopščiai ir tiksliai, nes tai atspindi gaminio kokybę ir išvaizdą, o šis veiksmas gaminiui atliekamas iš abiejų pusių, tai yra visiems kampams.

Tokius skirtumus galėjo lemti darbuotojų kvalifikacijos ir įgūdžių stoka, dėl to darbuotojai šį veiksmą atlikdavo lėtai, tam įtakos turi ir įrankių kokybė. Kadangi atliekant šį veiksmą reikia panaudoti ne vieną įrankį, prie darbo efektyvumo prisidėjo įdiegtas 5S metodas, kurio dėka darbuotojai greitai randa įrankius. Rankenos montavimo laikas varstomose varčiose taip pat skiriasi: 2016 m. šis veiksmas truko 10:04 min., 2021 m. sutrumpėjo septyniomis minutėmis ir dabar rankenos montavimas trunka 2:40 min. Didžiausias normavimo pokytis matomas durų surinkimo operacijoje.

Apibendrinant gautus statistinius rodiklius galima teigti, kad įmonėje durų operacijų veiksmi atliekami efektyviau nei 2016 m., tačiau pakeitus juodas gumas terasinių durų gamyboje, varčios ir rėmo paruošimo operacijos vyktų efektyviau.

Gamybinės įmonės efektyvumo didinimo galimybės

Tyrimo empirinėje dalyje išanalizuota *Lean* valdymo sistema, naudojami metodai ir įrankiai, gerinantys gamybą, išskirti įmonės nuostoliai ir efektyvumo didinimo galimybės.

Lean metodų taikymas gamyboje

Kadangi įmonė nuo 2014 m. pradėjo diegti *Lean* valdymo sistemą, ji vis dar dirba su šia valdymo sistema, atnaujina ir tobulina gamybos veiksmus, kurie būtini įmonės gamybos gerinimui. Šiuo metu įmonės gamyboje įdiegti šie metodai:

5S metodas. Įmonės gamybinėse patalpose galima pastebėti nemažai metodo taikymo požymių, ne tik didinančių efektyvumą ir produktyvumą, bet ir eliminuojančių laiko sąnaudas, kurios susidaro ieškant tinkamo darbo įrankio ir pan. Gamybos inventorių ir prietaisai sustatyti tam tikrose vietose, darbo įrankiai ir daiktai surūšiuoti, vyksta griežta darbo aplinkos valymo kontrolė, o šios taisyklės yra virtusios standartu ir savaimė suprantamu dalyku. Dėl šios kontrolės gamyboje sumažėja nelaimingų įvykių, darbuotojų susižalojimų ar įrenginių avarių.

Visgi 5S metodas veiksmingiausias vyraujant rankų darbui, kadangi automatizuotame, robotizuotame darbe įrenginiai jau būna realizuojami pačių mechanizmų projektavimo etape ir veiksmingiausias metodo pritaikymas tampa mažinant personalo darbo sąnaudas.

TPM (įrengimų valdymo) metodas. Gamyba, norėdama eliminuoti nepageidaujamus gamybos gedimus, įdiegė metodą gedimų prevencijai stiprinti. Gamyboje gausu įrengimų, tad pasitaiko gedimų ar trikdžių, o jiems pašalinti yra sutelktos papildomos jėgos, įdarbinti keli mechanikai, kurie sugebėtų kuo greičiau pašalinti gedimo priežastį. Į procesą taip pat yra įtraukti ir operatoriai, kurie yra apmokyti dirbti su įranga, moka identifikuoti vos tik atsiradusius pašalinius veiksmus, imasi prevencinių valymo ir priežiūros veiksmų. Darbuotojai darbo vietose ir prie įrenginių teikia nurodymus, kaip turi būti prižiūrima įranga, vedamas prevencinės apžiūros ir valymo tvarkaraštis. Darbo vietoje operatorius turi veiksmų seką, kaip elgtis aptikus įrangos gedimą ar nukrypimą

Šiame etape įmonėje diegiamas *Kaizen* metodas, kurio dėka bus panaudojamas darbuotojų potencialas, darbuotojai savo darbštumu ir įgūdžiais dar labiau prisidės prie gamybos procesų, saugos ir darbo aplinkos gerinimo, tokiu būdu didindami darbo našumą ir efektyvumą. Gamyboje kiekvieną rytą vyksta *Asaichi* metodo gamybinis komandų susirinkimas, kuriame aptariami vakarykštės ir būsimosios dienos darbai. Darbuotojai išsako problemas, pastebėjimus ir pasiūlymus. Šiuo metu įmonėje diegiamos *Kaizen* idėjos – pasiūlymų anketos, kuriose darbuotojai pasidalina savo mintimis ir įžvalgomis, vėliau jas aptaria su komanda rytinio susirinkimo metu, o patvirtinta idėja perduodama komisijai, kuri priima arba atmets pasiūlymą, tuomet komandos lyderis įgyvendina priimtą idėją.

Įmonėje naudojant *Kanban* metodą yra kontroliuojamas žaliavų sandėliavimas, įgyvendinama taip pat ir *FIFO* sistema, leidžianti užtikrinti reikiamų atsargų kiekį ir jų nesusidėvėjimą, kadangi pirmiausiai sunaudojamos anksčiausiai įsigytos atsargos. Šiuo būdu stengiamasi sumažinti sandėliuojamų žaliavų kiekius. Kiekvieną penktadienį sandėlio darbuotojas, apžiūrėjęs žaliavų stendus bei pamatęs ribą, kuri reiškia, kad reikia užsakyti žaliavų, skenuoja žaliavos kortelės kodą ir siunčia žaliavos aprašą pirkimų skyriui, kuris užsako reikiamą kiekį medžiagų. Iškilus poreikiui žaliavas paimti gamybos darbuotojui ir jam išvydus žymą, reiškiančią, kad reikia užsakyti žaliavų, žaliavos kortelė turi būti įdedama į *Kanban* dėžutę, kurios turinys vėliau yra pristatomas pirkimų vadybininkui arba sandėlininkui, reikiamą informaciją perduodančių pirkimų skyriui. *Kanban* sistemos naudojimas yra strateginis veiklos sprendimas, nes tai padeda tobulinti įmonės produktyvumą ir tuo pačiu metu sumažinti nuostolių kiekį gamyboje.

Atkreiptinas dėmesys, kad *Lean* sistema tiriamoje gamybinėje įmonėje atneša tiek apčiuopiamos, tiek neapčiuopiamos naudos. *Lean* sistema iš pagrindų apima visą organizaciją nuo darbininko, inventorius išdėstymo iki strateginių tikslų, vizijų nusistatymo, mąstymo perorientavimo. *Lean* sistema įmonėje pastebima nuo pat šaknų, nes įdiegti metodai veikia kiekvieną darbuotoją, procesą, gamybos operaciją, tad ji visus skatina veikti įmonės tobulėjimo labui bei našiam ir efektyviam darbui.

Gamybinės įmonės nuostolių rūšys

Siekiant įgyvendinti *Lean* sistemą konkrečios įmonės gamyboje, būtina identifikuoti veiklas ir procesus, kurie yra nuostolingi ir eikvojančios sąnaudas. Stebint įmonės gamybą išryškėja še jos nuostolingumui poveikį turintys veiksniai:

- **Nuo darbo vietos pernelyg nutolusi įrenginio vieta.** Kai du darbuotojai iš savo darbo vietos neša stulpinę varčią prie briaunos pjovimo įrenginio, vidutiniškai tai užtrunka 35 sek., o atlikę operaciją, darbuotojai su gaminiu grįžta atgal į savo darbo vietą vidutiniškai per 32 sek. Vadinasi, jei įrenginys būtų arčiau, pagreitėtų šios operacijos atlikimo laikas.
- **Nereikalingas ilgas darbuotojų vaikščiojimas.** Darbuotojai, nerasdami savo padėto įrankio (slankmačio, vežimėlio, plaktuko), detalių (durų vyrių, rankenos apsaugos, skersinio) papildomai vaikšto apie savo darbo vietą ar kitas įmonės teritorijas.
- **Klaidų taisymas.** Pastebėjus broką arba blogai atliktą operaciją, gaminiai yra grąžinami į

ankstesnę proceso vietą, nes buvo netiksliai atliktas darbas (blogai įdėto skersinio atvejis).

- **Sugedusi įranga laukia remonto.** Kadangi ne visuomet įrangos gedimą galima pašalinti greitai, kol ji tvarkoma, darbuotojas laukia. Jei remonto darbams reikia daugiau laiko, naudojami kiti atsarginiai įrenginiai, jei nėra, darbuotojas eina vykdyti kitų darbų.
- **Sulūžęs darbo įrankis.** Kai sulūžta darbo įrankis, pavyzdžiui, grąžto antgalis, darbuotojas kreipiasi į komandos lyderį ir laukia, kol bus atneštas kitas grąžto antgalis.
- **Laukiama pagalba.** Keliant didelių dydžių gaminius reikia papildomos darbuotojų pagalbos. Prireikus pagalbos darbuotojas ne visada gali padėti, nes pirma jis turi pabaigti savo vykdomą operaciją, o tuomet gali padėti kolegai.
- **Pasikartojančios darbo operacijos.** Darbuotojas, stiklindamas gaminį, prikla stiklajuostę, o pamatęs, kad ji netinka, turi ją išimti, patrupinti arba išpjauti iš naujo ir vėl prikalti. Netinkamų stiklajuosčių išėmimas, patrupinimas, pamatavimas ir prikalkimas iš naujo, papildomai užtrunka apie 2:30 min. Taip pat darbo operacijos yra kartojamos dėl broko atvejų, blogai įmontavus skersinį ir to nepastebėjus, gaminyje yra siunčiamas į stiklinimo operaciją, o ten darbuotojas, pasiėmęs gaminį, su oru išpučia varčios arba rėmo vidų, susideda gikus, susiranda ir deda stiklo paketą, esant brokui gaminyje siunčiamas taisyti, tačiau prieš tai išimamas stiklo paketas ir gikai. Pataisius broką, operacija kartojama, darbuotojas paima gaminį, jį išpučia, sudeda gikus ir deda stiklo paketą. Besikartojanti operacija papildomai trunka 1:56 min.
- **Papildomos pastangos.** Tarp atliekamų operacijų yra įrengti kaupimo vietos vežimėliai, todėl ten darbuotojai tarp procesų sudeda gaminamus gaminius, tad susikaupus tam tikram skaičiui gaminių, gaminiai imami po vieną ir tęsiama gamyba. Nagrinėjant varčios kaustymą 2021 m., pastebėta, kad po kampų valymo gaminyje yra nukeliamas (7 sek.), į kaupimo vietos vežimėlį, vėliau iš ten paimamas, atnešamas (7 sek.), ir tęsiamas darbas toje pačioje darbo vietoje.

Apibendrinus nuostolių apžvalgą paminėtina, kad švaistymo eliminavimas, vertės nekurančių veiklų šalinimas yra *Lean* sistemos esmė. Nuostolingiausias reiškinys įmonėse yra efektyvus darymas to, kas visai neturėtų būti daroma. Identifikavus ir pašalinus šiuos nuostolius konkrečioje gamybinėje įmonėje būtų sumažintos sąnaudos, išteklių ir išlaidos, kurias būtų galima perskirstyti į kitas veiklas, atnešančias naudą.

Išvados

1. Apžvelgus mokslinę literatūrą, galima teigti, kad gamybos funkcija – gaminti pelningus ir konkurencingus produktus, todėl įmonės turi tinkamai organizuoti gamybos procesą, mažinti gaminio savikainą, brokuotų gaminių kiekius, žmogiškuosius išteklius, atliekas. Mažinant gamybos išteklių panaudojimą didėja produkcijos apimtis – efektyvumas, kurį taip pat apima ir gamybos procesai, išteklių panaudojimas, darbuotojų našumas. Tai reiškia, kad proceso efektyvumas tiesiogiai priklauso nuo įmonės sunaudojamų išteklių: norint pasiekti proceso tikslą – kuo mažiau išteklių sunaudojame, tuo didesnis yra proceso efektyvumas, kuo gamybos procesas yra efektyvesnis, tuo mažesnės gamybos išlaidos ir sukuriama didesnė pridėtinė vertė. Efektyviai vykdomam gamybos procesui reikia pakankamai darbo jėgos, įrangos ir įrenginių, žaliavų ir pagalbinių medžiagų, juos turint sugebėti suderinti tarpusavyje taip, kad vyktų nepertraukiamas darbas. Reikia neužmiršti, kad turint svarbiausias gamybos dalis reikia nuolat tobulinti ir analizuoti gamybos procesus juos tobulinti, ieškoti naujų galimybių, gerinančių procesus. Vienas iš gamybos tobulinimo būdų – tai darbo organizavimas, kurio metu pasirenkamas tinkamos ir efektyvios surinkimo technologijos, operacijų modeliavimas, kuris leidžia supaprastinti surinkimo procesus,

sumažinant arba pridėdam tam tikrus komponentus, keičiant gaminio dizainą ir operacijų išdėstymo tvarką.

2. Tyrimo metu atliktas operacijų laiko normavimas, parodė teorinį detalės apdirbimo arba pagaminimo laiką, sugeneravo gaminio apdirbimo eigą, todėl padės projektuoti gaminius taip, kad būtų atsižvelgta į gamybą mažesnėmis sąnaudomis ir nereikalaujant sudėtingų technologijų. Lyginant įmonės 2016 m. normavimo laikus su 2021 m., pastebėta, kad tiriamą gamybinę įmonę pastaraisiais metais dirba efektyviau. Efektyvesnei gamybai įtakos turėjo įdiegtas 5S metodas, kuris užtikrina darbo vietos švarą, tvarkingus įrankių standus, standartizuotą darbą, darbuotojų kvalifikacijos kėlimą ir patogų operacijų bei procesų modeliavimą. Įmonė norėdama įgyvendinti gamybos tobulinimo sistemą, įdiegė pagrindinius *Lean* metodus ir įrankius, pvz.: 5S, standartizuotą darbą, įrengimų valdymą *TPM*, pagalbinių įrankių metodą *Kaizen*, *Kanban* metodą ir kt., tačiau be nuolatinio tobulėjimo ir tobulumo siekio iš darbuotojų pusės šie metodai neveikia. Siekiant gamybos efektyvumo įmonėje išryškinti gamybos nuostoliai: nereikalingas vaikščiojimas, broko taisymai, prastovos ir laukimas, papildomi produktų apdirbimo ir pastangų procesai. Identifikavus ir pašalinus šiuos nuostolius konkrečios įmonės gamyboje, būtų sumažintos sąnaudos, ištekliai ir išlaidos, kurias būtų galima perskirstyti į kitas veiklas, kurios atneštų naudą.

Literatūra

1. Bagdanavičius, J., Stankevičius, P., Lukoševičius, V. (1999). *Ekonomikos terminai ir sąvokos. mokomasis žodynas*. Vilnius: Vilniaus pedagoginis universitetas.
2. Baliukonis, T., Čiarnienė, R. (2017). *Efektyvumo didinimas mažinant nuostolius. Mokslinių straipsnių rinkinys „Visuomenės saugumas ir viešoji tvarka“*, Kaunas: Kauno technologijos universitetas
3. Bhamu, J., Sangwan, K., S. (2014). *Lean manufacturing: Literature review and research issues*. *International Journal of Operations & Production Management*, 34, 876-940.
4. Cannas, V. G., Pero, M., Pozzi, R., Rossi, T. (2018). *An empirical application of lean management techniques to support ETO design and production planning*. *IFAC Papers OnLine Conference paper archive*, 134-139.
5. Jančiauskas, B., Maceika, A., Strazdas, R., Toločka, E., Zabelavičienė, I. (2012). *Pramonės įmonių valdymas: planavimas, organizavimas, vadovavimas*. Vilnius: Vilniaus Gedimino technikos universitetas.
6. Katkamwar, S. G., Wadatkar, S. K., Paropate, R. V. (2013). *Study of total productive maintenance & its implementing approach in spinning industries*. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 4(5), 1750-1754.
7. Krasickaitė, A., Žemaitytė, M., Paliulienė, L. (2019). *Gamybos procesas UAB „ICECO ledai“*. Kaunas: Kauno kolegija.
8. LeMahieu, P. G., Nordstrum, L.E., Greco, P. (2017). *Lean for education*. *Quality Assurance in Education*, 25(1), 74-90.
9. Lukaševičius, K., Martinkus, B., Piktys, R. (2005). *Verslo ekonomika*. Kaunas: Technologija.
10. Martinkus, B. (2003). *Darbo procesų valdymas*. Šiauliai: VŠĮ Šiaulių universiteto leidykla
11. Matusevičienė, K. (2017). *Lean metodų diegimo x ir y sveikatos priežiūros įstaigose barjerai*. Antrosios pakopos studijų baigiamasis darbas. Lietuvos Sveikatos Mokslų Universitetas.
12. Mikulis, J. (2007). *Pažangūs vadybos principai*. *Visuotinės kokybės vadyba: mokojoji knyga*. Vilnius.
13. Neimontas, Š. (2019). *Gamybos efektyvumo prognozavimo naudojant dirbtinius neuroninius tinklus tyrimas*. Magistro projektas. Kaunas: Kauno technologijos universitetas.

14. Özdagoglu, A., Rebis, S. (2016). Applications of kaizen and cycle time reduction as lean production techniques in a semi-flexible PVC film producer. *Journal of Management Economics and Business*, 12(28), 25-37.
15. Santos-Bento, Tontini, G. (2018). Developing an instrument to measure lean manufacturing maturity and its relationship with operational performance, 29 (9), 977–995.
16. Stoškus, S. (2002). Bendrieji vadybos aspektai. VšĮ Šiaulių universiteto leidykla
17. Škėlaitė, B., Mačiulytė-Šniukienė, A. (2019). Gamybinių įmonių veiklos efektyvumo vertinimo teoriniai aspektai ir modelis. 22-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminė konferencija. Vilnius: Vilniaus Gedimino Technikos Universitetas.
18. Tilindis, J. (2016). Gamybos našumo optimizavimas modeliuojant rankinius surinkimo procesus daktaro disertacija. Kaunas: KTU.
19. Vanagas P. (2009). Darbo organizavimas, normavimas ir atlyginimas už darbą. Kaunas: Technologija.
20. Xyrichis A., Ream E. (2008). Teamwork: a concept analysis. *Journal of Advanced Nursing* 61(2), 232–24.

ANALYSIS OF THE COMPANY'S PRODUCTION FLOW EFFICIENCY

Summary

The article examines the possibilities of production flow improvement and efficiency in a window and door manufacturing company. The aim of the research is to analyze the production flow efficiency of the company and to present the possibilities of production flow improvement and work efficiency based on the research results.

The concept of production efficiency is analyzed. An evaluation of the current efficiency of the company has been performed. Possibilities for increasing the company's work efficiency are presented. The method of scientific literature, analysis of company documents and visual observation was applied. Product standardization was performed in 2021. Comparing the standardization data, the company works more efficiently than in 2016, the biggest and most common problems in production flow management have been singled out.

After discussing the company's *Lean* management system, implemented methods and tools, *Kaizen* improvement tool was proposed, which encourages employees to get involved in the company's improvement processes, and *Chaku - Chaku* method, which eliminates product accumulation points, so production would be continuous. Five types of losses have been identified that do not create value for the product, so eliminating them would reduce costs, resources, and expenses.

Keywords: production flow, efficiency, *Lean*, *Chaku-Chaku*, *Kaizen*.

Informacija apie autorius

dr. Žaneta Kavaliauskienė. Šiaulių valstybinės kolegijos Verslo ir technologijų fakulteto, Verslo ir apskaitos katedros docentė. Mokslinių tyrimų kryptys: bendrieji vadybos aspektai, žmogiškųjų išteklių vadyba, marketingas, žalioji marketingas, tarptautinis marketingas, tarptautinio verslo vadyba, internacionalizacija, e-komercija.

El. pašto adresas: zaneta.kava@gmail.com

Donata Žukauskaitė. Šiaulių valstybinės kolegijos Verslo ir technologijų fakulteto Verslo ir apskaitos katedros absolventė. Mokslinių tyrimų kryptys: tarptautinio verslo vadyba, gamybos srautų valdymas.

El. pašto adresas: donatazukauskaitė@gmail.com