



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Procesų tobulinimas taikant Lean gamybos sistemos principus baldų įmonėje

Baigiamasis magistro projektas

Karina Steponavičiūtė

Projekto autorė

Doc. Lina Kavaliauskienė

Vadovė

Kaunas, 2023



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Procesų tobulinimas taikant Lean gamybos sistemos principus baldų įmonėje

Baigiamasis magistro projektas
Gamybos inžinerija (6211EX015)

Karina Steponavičiūtė
Projekto autorė

Doc. Lina Kavaliauskienė
Vadovė

Doc. Nomedą Puodžiūnienė
Recenzentė

Kaunas, 2023



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas
Karina Steponavičiūtė

Procesų tobulinimas taikant Lean gamybos sistemos principus baldu įmonėje

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

1. baigiamąjį projektą parengiau savarankiškai ir sąžiningai, nepažeisdama(s) kitų asmenų autoriaus ar kitų teisių, laikydamasi(s) Lietuvos Respublikos autorių teisių ir gretutinių teisių įstatymo nuostatų, Kauno technologijos universiteto (toliau – Universitetas) intelektinės nuosavybės valdymo ir perdavimo nuostatų bei Universiteto akademinės etikos kodekse nustatytų etikos reikalavimų;
2. baigiamajame projekte visi pateikti duomenys ir tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti teisėtai, nei viena šio projekto dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar elektroninių šaltinių, visos baigiamojo projekto tekste pateiktos citatos ir nuorodos yra nurodytos literatūros sąrašė;
3. įstatymų nenumatytų piniginių sumų už baigiamąjį projektą ar jo dalis niekam nesu mokėjęs (-usi);
4. suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo ar kitų asmenų teisių pažeidimo faktui, man bus taikomos akademinės nuobaudos pagal Universitete galiojančią tvarką ir būsiu pašalinta(s) iš Universiteto, o baigiamasis projektas gali būti pateiktas Akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus tarnybai nagrinėjant galimą akademinės etikos pažeidimą.

Karina Steponavičiūtė

Patvirtinta elektroniniu būdu



Kaunas technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Baigiamojo magistro projekto užduotis

Studentui (-ei) – Karinai Steponavičiūtei

1. Projekto tema –

Procesų tobulinimas taikant Lean gamybos sistemos principus baldų įmonėje

(Lietuviškai)

Process Improvement Using Lean Manufacturing System Principles in a Furniture Company

(Angliškai)

2. Hipotezė

X baldų įmonės procesai gali būti tobulinami taikant „Lean“ gamybos sistemą

3. Projekto tikslas ir uždaviniai –

Tikslas: Patobulinti baldų surinkimo procesą, taikant „Lean“ sistemos principus.

Uždaviniai:

1. išanalizuoti „Lean“ gamybos sistemos taikymą gamybinėse įmonėse;
2. įvertinti „Lean“ gamybos sistemos ekonominius, socialinius ir ekologinius aspektus;
3. įdiegti „Lean“ gamybos sistemos principus patobulinant baldų surinkimo procesą;
4. įvertinti baldų surinkimo proceso patobulinimo ekonominę naudą.

4. Pradiniai projekto duomenys –

Netaikoma

5. Pagrindiniai reikalavimai ir sąlygos –

Remiantis Lean gamybos filosofija, naudoti „Kaizen“, „Kanban“ ir „JIT“ įrankius.

Projekto autorė	Karina Steponavičiūtė <i>(Vardas, Pavardė)</i>	<i>(Parašas)</i>	2022-09-26 <i>(Data)</i>
Vadovė	Lina Kavaliauskienė <i>(Vardas, Pavardė)</i>	<i>(Parašas)</i>	2022-09-26 <i>(Data)</i>
Krypties studijų programų vadovė	Regita Bendikienė <i>(Vardas, Pavardė)</i>	<i>(Parašas)</i>	2022-09-26 <i>(Data)</i>

Steponavičiūtė, Karina. Procesų tobulinimas taikant Lean gamybos sistemos principus baldų įmonėje. Magistro baigiamasis projektas /vadovė doc. Lina Kavaliauskienė ; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų kryptių grupė): Gamybos inžinerija (E10), Inžinerijos mokslai (E).

Reikšminiai žodžiai: „Lean“ gamybos sistema, „Lean“ metodai ir įrankiai, „5S“, „Kanban“, „Kaizen“.

Kaunas, 2023. 72 p.

Santrauka

Dinamiška verslo aplinka skatina įmones kritiškai įsivertinti visus vykstančius procesus ir ieškoti būdų, kaip įsitvirtinti rinkoje ir gebėti ne tik užsitikrinti konkurencingumą, bet ir galimybę tobulėti. Kad būtų įgyti šie strateginiai privalumai, skatintina įvertinti ne tik inovatyvias ir naujas gamybos technologijas, bet ir išanalizuoti tokias gamybos sistemas kaip „Lean“. Baigiamajame darbe buvo išnagrinėta X baldų įmonė, kurios pagrindinė problema: vėluojantys produktų pristatymai klientams, pagal atliktą SSGG analizę nustatyta, jog užsakymai vėluoja dėl surinkimo ceche vykstančių procesų. Kad X baldų įmonė pasiektų geresnius rezultatus, išspręstų vyraujančias įmonės problemas, padidintų efektyvumą, užtikrintų aukštą kokybę ir nevėluojančius gamybos užsakymus yra rekomenduojama įdiegti „Lean“ gamybos sistemą, kuri pritaikydama įvairius metodus ir įrankius užtikrina sėkmingą įmonės tobulėjimą. „Lean“ gamybos sistema, tai kokybės vadybos metodas, kuris yra jau gana seniai žinomas, darbe aptarta ir įvardinta, kodėl „Lean“ gamybos sistema dvidešimt pirmajame amžiuje yra vis dar aktuali ir reikalinga, bei kokią socialinę, ekonominę ir ekologinę naudą įmonės įgyja įdiegdamos šią kokybės vadybos sistemą. Analizuojant X baldų įmonę, kurioje diegiamas „Lean“ gamybos sistemos teorinis modelis, buvo aptarta valdymo struktūra, darbo sąlygos bei atliktą ir pristatyta surinkimo cecho darbuotojų apklausa, kuria buvo siekiama išsiaiškinti surinkimo ceche vyraujančias problemas. Pagal apklausos rezultatus nustatyta, jog surinkimo cechas atlieka surinkimo procesą itin mažu efektyvumu, nes darbuotojai patys susirenka ir atsiveža furnitūros komponentus ir detales į darbo zonas. Pagal nustatytas vyraujančias problemas X baldų įmonėje sudarytas „Lean“ gamybos sistemos teorinis modelis, kuris užtikrintų esančių problemų pašalinimą ir geresnius įmonės rezultatus. Pagal sudarytą teorinį modelį, aprašyta „Lean“ gamybos sistemos diegimo eiga X baldų įmonės surinkimo ceche. Parinkti reikalingiausi „Lean“ gamybos sistemos metodai ir įrankiai, kurie padėtų efektyviai išspręsti vyraujančias problemas, pasiūlomos rekomendacijos kaip ir kada kiekvienas įrankis turi būti įdiegiamas, sudarytos pagrindinių įrankių pavyzdžių lentos ir pasiūlymų formos, pagal išanalizuotą surinkimo procesą pateiktas produkto surinkimo laikas po „Lean“ gamybos sistemos teorinio modelio įdiegimo. Ekonominės analizės metu, remiantis ekonominiais argumentais įrodyta, jog yra reikalinga pakeisti dviejų surinkimo cecho darbuotojų darbo specifiką, bei sukurti papildomą darbo vietą, jog būtų užtikrinti geresni įmonės ekonominiai rodikliai.

Steponavičiūtė, Karina. Process Improvement Using Lean Manufacturing System Principles in a Furniture Company / supervisor assoc. prof. Lina Kavaliauskienė ; Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Production and Manufacturing Engineering (E10), Engineering Sciences (E).

Keywords: Lean manufacturing, Lean tools and methods, 5S, Kanban. Kaizen.

Kaunas, 2023. 72 p.

Summary

The dynamic business environment encourages companies to critically assess all ongoing processes and look for ways to gain a foothold in the market, to be able not only to secure competitiveness, but also the opportunity to improve, in order to gain these strategic advantages, it is important to evaluate not only innovative and new production technologies, but also to analyze such production systems like Lean. In the thesis, furniture company X was analyzed, whose main problem is: delayed product deliveries to customers, according to the SWOT analysis, it was determined that orders are delayed due to the processes taking place in the assembly workshop. In order for the furniture company X to achieve better results, solve the prevailing problems of the company, increase efficiency, ensure high quality and non-delayed production orders, it is recommended to implement the Lean production system, which by applying various methods and tools ensures the successful development of the company. The Lean production system is a quality management method that has been known for a long time, the work discusses and names why the Lean production system is still relevant and necessary in the twenty-first century, and what social, economic and ecological benefits companies gain by implementing this quality management system. X furniture company is analyzed, where the theoretical model of the Lean production system is implemented, the management structure, working conditions were discussed, and a survey of the assembly shop workers was conducted and presented, which was aimed at clarifying the prevailing problems in the assembly shop. According to the results of the survey, it was determined that the assembly workshop performs the assembly process with extremely low efficiency, due to the fact that the employees themselves assemble and bring the fittings components and parts to the work areas, according to the prevailing problems in the X furniture company, a theoretical model of the "Lean" production system was created, which would ensure the prevailing problem solving and better results. According to the created theoretical model of the Lean production system, the implementation process of the Lean production system in the assembly shop of the X furniture company is described. The most necessary methods and tools of the Lean production system are selected to help solve the prevailing problems in the most effective way, recommendations are offered as to how and when each tool should be implemented, boards and proposal forms of basic tool examples are made, the assembly time of the product after Lean is presented according to the analyzed assembly process implementation of the theoretical model of the production system. During the economic analysis, on the basis of economic arguments, it was proved that it is necessary to change the work specifications of the two assembly shop workers, and to create an additional workplace in order to ensure better indicators for the company's economy.

Turinys

Lentelių sąrašas	8
Paveikslų sąrašas	9
Įvadas.....	10
1. „Lean“ gamybos sistemos aktualumas dvidešimt pirmajame amžiuje.....	11
1.1. „Lean“ gamybos sistemos samprata.....	13
1.2. Vertės nekuriantys srautai ir 7 didieji švaistymai.....	15
1.3. „Lean“ gamybos sistemos įrankiai	17
1.4. „Lean“ gamybos sistemos automatizavimas	21
1.5. „Lean“ gamybos sistemos socialiniai, ekonominiai ir ekologiniai aspektai	24
1.6. „Lean“ gamybos sistemos praktinis pritaikymas	28
2. X baldų įmonės analizė: charakteristika ir gamybos procesai.....	31
2.1. Baldų įmonės X charakteristika: istorija, misija, vizija, vertybės	31
2.2. X baldų įmonės gamybiniai procesai	34
2.3. SSGG (SWOT) analizė.....	36
2.4. Surinkimo cechas: gamybinių neatitiktčių identifikavimas, jų atsiradimo priežastys	37
2.5. Surinkimo cechas prieš „Lean“ gamybos sistemos įrankių ir metodų teorinio modelio įdiegimą.....	39
2.6. Gaminio surinkimo laiko normos prieš „Lean“ gamybos sistemos įdiegimą	40
2.7. X baldų įmonės surinkimo cecho tobulinimo teorinis modelis	42
2.7.1. Rekomendacijos kaip įgyvendinti Lean gamybos sistemos teorinį modelį X baldų įmonei. 43	
2.7.2. Surinkimo cechas po „Lean“ gamybos sistemos įrankių ir metodų teorinio modelio įdiegimo	44
3. „Lean“ gamybos sistemos diegimo teorinio modelio pasiūlymas X baldų įmonei	46
3.1. Rekomenduojami metodai X baldų įmonei – surinkimo cechui	46
3.2. Gaminio surinkimo laiko normos po „Lean“ gamybos sistemos įdiegimo	50
4. Surinkimo cecho ekonominiai rodikliai po „Lean“ gamybos sistemos teorinio modelio įdiegimo	52
Išvados	56
Literatūros sąrašas	57
Priedai.....	62
1 priedas. Apklausa	62
2 priedas. Apibendrinti apklausos rezultatai	65
3 priedas. „Kaizen“ lentos pavyzdys X baldų įmonei [šaltinis: sudarė darbo autorė].	69
4 priedas. „Kanban“ lentos pavyzdys X baldų įmonei [šaltinis: sudarė darbo autorė].	70
5 priedas. Tarptautinė Jaunųjų tyrėjų konferencija „Pramonės inžinerija 2022“	72

Lentelių sąrašas

1 Lentelė. „Lean“ gamybos sistemos įrankiai [šaltinis: parengtas darbo autorės pagal 16 ir 17 literatūros šaltinius]	18
2 Lentelė. X baldų įmonės SSGG (SWOT) analizė [šaltinis: parengta darbo autorės pagal 42 šaltinį]	36
3 Lentelė. „5S“ diegimas X baldų įmonėje [šaltinis: parengtas darbo autorės pagal 3 ir 17 literatūros šaltinius]	46

Paveikslų sąrašas

1 pav. „Lean“ gamybos sistemos principai [šaltinis: parengtas darbo autorės pagal 4 literatūros šaltinį]	14
2 pav. Muda, Mura, Muri [šaltinis: parengtas darbo autorės pagal 7 literatūros šaltinį]	15
3 pav. Ekologiška „Lean“ gamybos sistema [šaltinis: parengtas darbo autorės pagal 29 literatūros šaltinius]	25
4 pav. „Lean“ įrankių socialinis poveikis [šaltinis: parengtas darbo autorės pagal 30 ir 31 literatūros šaltinius]	26
5 pav. X baldų įmonės organizacinė struktūra [šaltinis: sudarė darbo autorė]	32
6 pav. X baldų įmonės skirtingų cechų ir cechų pasiskirstymas [šaltinis: sudarė darbo autorė]	35
7 pav. Laikas, per kurį pagaminamos trūkstamos detalės [šaltinis: sudarė darbo autorė pagal apklausos rezultatus].....	38
8 pav. Prastovos, dėl trūkstamos furnitūros komponentų [šaltinis: sudarė darbo autorė pagal apklausos rezultatus].....	38
9 pav. X baldų įmonės surinkimo cechas prieš „Lean“ gamybos sistemos įdiegimą [šaltinis: sudarė darbo autorė].....	39
10 pav. Gaminio surinkimo laiko normos prieš „Lean“ gamybos sistemos įdiegimą [šaltinis: sudarė darbo autorė].....	41
11 pav. „Lean“ diegimo teorinis modelis X baldų įmonėje [šaltinis: sudarė darbo autorė pagal 43 šaltinį]	42
12 pav. X baldų įmonės surinkimo cechas po „Lean“ gamybos sistemos įdiegimo [šaltinis: sudarė darbo autorė].....	44
13 pav. Gaminio surinkimo laiko normos po „Lean“ gamybos sistemos įdiegimo [šaltinis: sudarė darbo autorė].....	51
14 pav. Furnitūros surinkimo laikas [šaltinis: sudarė darbo autorė pagal apklausos rezultatus]	53
15 pav. Detalių surinkimo laikas [šaltinis: sudarė darbo autorė pagal apklausos rezultatus]	54

Įvadas

Aukšta kokybė, optimizacija, nuolatinis tobulėjimas, didelės gamybos apimtys, konkurencija ir nuolat besikeičiantys vartotojų poreikiai tai žodžiai, kurie apibūdina dvidešimt pirmojo amžiaus įmones, kurios gamina ir teikia įvairią produkciją, pagal individualius užsakymus ar mažomis serijomis. Tačiau, kad ir kokia dinamiška dvidešimt pirmojo amžiaus verslo aplinka bebūtų, pagrindiniai įmonių tikslai išlieka nesikeičiantys – aukštos kokybės produktai, kurie užtikrina aukštą kliento pasitenkinimo lygį.

Ribotas žaliavų tiekimas, didėjantis ŠESD, ilgi pristatymo terminai bei aplinkosauginiai ir ekologiniai aspektai, tai problemos, su kuriomis susiduria šiuolaikinės įmonės, todėl rasti efektyvius, tausojančius aplinką ir gamtą metodus yra būtina, norint užtikrinti įmonės tobulėjimą bei konkurencingumą. Tačiau tiek žaliavų, tiek gamtinių išteklių poreikis vis didėja, nes gyventojų skaičius pasaulyje nuolat auga, o ir žmonės tampa vis labiau vartotojiškais, todėl svarbu rasti šių problemų sprendimą, rekomenduojama atsižvelgti ne tik į naujus ir inovatyvius būdus, bet ir prisiminti, ir išanalizuoti tokius metodus kaip „Lean“ gamybos sistema. Nors kokybės vadyba ir nuolatinis tobulėjimas seniai žinomi ir kitos valstybės šiuos vadybos principus jau seniai pritaiko procesu tobulinime, tačiau Lietuvoje su „Lean“ gamybos sistema dar tik visai neseniai susipažinta ir pradėta taikyti gamybiniuose procesuose.

„Lean“ gamybos sistema, tai įvairių įrankių ir metodu visuma, kurios pagrindinis tikslas pašalinant Muda, padidinti įmonės efektyvumą, paskatinant nuolatinį tobulėjimą. „Lean“ gamybos sistema prisitaiko prie įvairių aspektų, kurie yra svarbūs ne tik užsakovui, bet ir įmonėms, nes tai sistema, kuri geba prisitaikyti tiek prie žaliosios gamybos (ang. *Green Lean*), tiek kurdama harmoningą koncepsiją su „Pramonės 4.0“ revoliucija sukurti automatizuotą sistemą „Lean 4.0“, tačiau prisitaikydama prie skirtingų žmonių ar įmonių poreikių, ši sistema savo pagrindinių principų nekeičia, juos išsaugo ir tobulinama, kurdama tradicijas ir vertybes, kurios yra ypatingai svarbios sėkmingam šios sistemos įgyvendinimui.

„Lean“ gamybos sistema geba padėti išspręsti įvairius gamybinius neatitikimus, vėluojančius užsakymus, žemą efektyvumą ir kt., nes kiekvienas „Lean“ gamybos sistemos įrankis ir metodas pasižymi lankstumu ir gebėjimu prisitaikyti prie įvairių situacijų ar net įmonių specifikacijų. Pritaikant individualią „Lean“ gamybos sistemą X baldų įmonei, sprendžiamos vyraujančios problemos – vėluojantis gaminių pristatymai, dėl per mažo surinkimo cecho efektyvumo, tad sistemos įdiegimas išsprendžia ne tik esančias problemas, bet ir sutrumpina ciklo laikus, pašalina vertės nekuriančius srautus, pagerina darbuotojų darbo sąlygas, kuria saugias, patikimas darbo vietas. Kokybės vadybos sistema užtikrina sklandžius gamybos srautus, efektyvumo didėjimą, mažesnes gamybos sąnaudas, taip yra gerinami įmonės ekonominiai rodikliai.

Tikslas: Patobulinti baldų surinkimo procesą, taikant „Lean“ sistemos principus;

Uždaviniai:

1. išanalizuoti „Lean“ gamybos sistemos taikymą gamybinėse įmonėse;
2. įvertinti „Lean“ gamybos sistemos ekonominius, socialinius ir ekologinius aspektus;
3. įdiegti „Lean“ gamybos sistemos principus patobulinant baldų surinkimo procesą;
4. įvertinti baldų surinkimo proceso patobulinimo ekonominę naudą.

1. „Lean“ gamybos sistemos aktualumas dvidešimt pirmajame amžiuje

Vis didėjantis vartotojiškumas, didelė aplinkos tarša, gamtinių žaliavų mažėjimas – tai problemos, su kuriomis tenka susidurti dvidešimt pirmojo amžiaus žmogui bei visai pramonei, todėl tiek kiekvienas žmogus, tiek įmonės privalo imtis įvairių būdų, kurie padėtų sumažinti šių problemų plitimą, kiekvienas privalo ieškoti naujų būdų, kurie padėtų spręsti šių problemų progresavimą, tačiau nederėtų užmiršti ir tų būdų, kurie jau yra seniai žinomi. Vienas iš tų būdų yra „Lean“ gamybos sistema, kuri pasižymi ypatingu lankstumu, įvairių įrankių ir metodų visuma. „Lean“ gamybos sistema teikia didelę naudą įmonei: žaliavų poreikio mažėjimas, didėjantis efektyvumas, mažiau susidaro įvairaus tipo atliekų bei užtikrina saugesnę darbo aplinką darbuotojui, o šių naudų gavimą užtikrina Lean gamybos sistemos įrankiai: „gamyba pačiu-laiku“ (angl. *Just-in-Time, JIT*), „5S“, „Kaizen“, „Kanban“, „Poka-Yoka“ [1].

Kaip jau minėta anksčiau, viena iš pagrindinių problemų yra ribotas žaliavų tiekimas, nes kaikurios šalys iki dabar yra priklausomos nuo kitų šalių tiekiamų žaliavų, todėl norint užtikrinti sklandžius gamybinius procesus įmonėms labai svarbu užsitikrinti nuolatinį žaliavų tiekimą. „Lean“ gamybos sistemos įrankis „gamyba pačiu laiku“ padeda sukurti draugiškus, stabilius santykius su tiekėjais, taip užtikrinant nuolatinį reikalingų žaliavų tiekimą ir pristatymą tada, kada yra reikalinga [2].

„Gamyba pačiu-laiku“ – tai vienas iš „Lean“ gamybos sistemos įrankių, kuris užtikrina nuolatinį pristatymą gamybos žaliavų, detalių ar pusgaminių, kurie yra reikalingi sklandžiam gamybos procesui įgyvendinti. Šis įrankis padeda užtikrinti, jog medžiagos nebūtų sandėliuojamos, taip išvengiant papildomų sandėliavimo išlaidų, taip pat padeda užtikrinti, jog pagaminti produktai būtų pristatyti suplanuotų laiku klientui, o svarbiausia tai, jog skatina ilgalaikius ir draugiškus santykius su žaliavų, pusgaminių, detalių tiekėjais, o tai padeda užsitikrinti nuolatinį, nenutraukiamą tiekimą reikalingu metu, išvengiant prastovų dėl trūkstančių medžiagų [2]. Tačiau, „gamybos pačiu-laiku“ įrankis ne tik užtikrina naudą įmonėms, bet ir dėl planuojamų pristatymų, žaliavų ar komponentų stebėjimo, padeda sumažinti papildomus transportavimus, kurie vyktų, jei nebūtų planuojami pristatymai, o tai didintų ir anglies dioksido emisijos patekimą į aplinką. Taigi, jei įmonės įsidedgia šį įrankį, gali ne tik užtikrinti naudą bet ir būtų socialiai atsakingomis bei užtikrinti gamtos saugojimą [2].

Nors ir dvidešimt pirmasis amžius yra siejamas su robotizacija, daliniu ar visišku automatizavimu, daugelis įmonėse mano, jog ne tai yra svarbiausias šiame amžiuje. Svarbiausiu išlieka žmogus, kuris kuria ir tvarko robotus, prižiūri ir analizuoja, todėl vis daugiau įmonių pradeda labiau vertinti žmogaus svarbą, nes gerų, aukštą kvalifikaciją turinčių specialistų vis mažėja. Taigi, labai svarbu užtikrinti visas sąlygas, jog žmogus jaustųsi patogiai, būtų patenkintas. Teigiama, kad kuo žmogus jaučiasi geriau, tuo jis efektyviau atlieka savo tiesiogines pareigas. Tai padeda užtikrinti vienas iš „Lean“ gamybos sistemos įrankių – „5S“. Šis įrankis yra vienas iš svarbiausių „Lean“ gamybos sistemos įrankių, nes tai pagrindas, nuo kurio prasideda tobulėjimas [3]. „5S“ įrankis susideda iš penkių žingsnių: rūšiavimo, sutvarkymo, blizginimo, standartizavimo ir išlaikymo. Visi šie žingsniai moko, kaip teisingai susitvarkyti darbo vietą, jog ne tik darbuotojas jaustųsi patogiai ir komfortiškai, bet ir jo darbas nereikalautų papildomų judesių. Vadovaujantis „5S“ žingsniais yra lengviau nustatyti įrangos gedimus, taip išvengiant nelaimingų įvykių darbo vietoje, o rūšiuojant ir standartizuojant, yra daug lengviau tvarkyti dokumentaciją, rasti reikiamus dokumentus [3].

„Lean“ gamybos sistema, tai ne tik įvairių įrankių, metodų ar principų visuma, kuria siekiama pagerinti įmonės efektyvumą tobulinant gamybos procesus bei užtikrinti ir įdiegti atliekų mažinimo filosofiją, bet tai ir sistema ar netgi prevencinė priemonė atliekomis mažinti, skatinanti atsižvelgti į aplinkosaugą, ekologiją, padedanti įvertinti išteklių ir žaliavų svarbą. Tai labai aktualu, nes dvidešimt

pirmajame amžiuje yra didelis vartotojiškumas, o ši sistema ir padeda teisingai įvertinti produktų poreikį bei teisingą žaliavų panaudojimą, kartu ne tik didindama įmonės efektyvumo rodiklius, bet ir tausodama gamtą [4].

Įmonės, taikančios „Lean“ gamybos principus, siekia maksimaliai padidinti įmonės vertę, efektyvumą bei, žinoma, klientų pasitenkinimo lygį, o klientų keliami reikalavimai vis didėja ir pastaruoju metu labai svarbu, jog būtų patenkinti tokie klientų keliami reikalavimai, kurie yra susiję su aplinkosauga, išteklių naudojimu ir jų tausojimu bei, jog įmonės gebėtų užtikrinti, jog visiems procesams būtų naudojama ekologiška elektros energija, kuri, pavyzdžiui, yra gaunama atsinaujinančių elektros šaltinių [4]. Kadangi didžioji dalis visuomenės atsižvelgia į aplinkosaugos ir ekologijos aspektus, įmonėms norint išlikti konkurencingomis, labai svarbu pritaikyti ir vykdyti ekologišką gamybą, t.y. derinant „Lean“ gamybos principus su ekologiškos gamybos principais, įmonės geba padidinti tiek darbuotojų, tiek klientų pasitenkinimą ir būti socialiai atsakingomis [5]. Kadangi „Lean“ gamybos sistemos filosofija skatina kiekviename vykstančiame procese nustatyti ir pašalinti visus atliekų tipus, tai turi teigiama poveikį ir aplinkai, nes „Lean“ gamybos sistema skatina gaminti produktus tik tada, kai yra gautas konkretus užsakymas, o tai mažina žaliavų poreikį ir taip yra tausojamos tokios žaliavos, kaip mediena. Dėl mažesnių gamybos apkrovų į aplinką patenka ne tokių kenksmingų medžiagų [6]. „Lean“ gamybos sistema skatina, jog visi įmonėje vykstantys procesai būtų optimizuoti, gamyboje viskas vykėtų nuosekliai ir vienodomis apkrovomis, būtų užtikrinamas teigiamas poveikis ekonomikai ir, žinoma, aplinkosaugai, nes dėl tokių principų sumažėja transportavimas, medžiagos yra naudojamos atsakingiau, o tai sumažina gamybos neatitiktis, todėl mažiau gaminių ar produktų reikia perdirbti ir taip yra užtikrinamas žaliavų tausojimas bei mažinama rizika, jog į aplinką patenka kenksmingos medžiagos [6]. O, kai yra atsižvelgiama ne tik į ekonominius aspektus, įmonės, kurios taiko „Lean“ gamybos sistemos principus atsižvelgdamos į ekologiją ir aplinkosaugą, kuria patrauklesnę aplinką ir darbuotojams, nes tai mažina darbuotojų streso lygį, nes darbuotojai suvokia, kad įmonei nėra svarbu vien tik ekonominiai rodikliai, bet svarbi ir jų gerovė. Tai didina darbuotojų motyvaciją, kūrybingumą ir pasitenkinimo lygį, o laimingas ir patenkintas darbuotojas geba užtikrinti aukštą našumą ir efektyvumą [6].

Kadangi, įmonėms tenka susidurti su dideliu vartotojiškumu, trumpais pristatymų ir gamybos terminais, didėjančia globalizacija, vis dažniau kyla klausimas ar „Lean“ gamybos sistema yra lanksti ir ar gali prisitaikyti prie nuolat besikeičiančios rinkos ir aplinkos? Dėl nuolat tobulėjančių sistemų, robotizavimo bei didelio procesų automatizavimo „Lean“ gamybos sistema įrodo savo lankstumą ir gebėjimą prisitaikyti išlaikydama savo pačius svarbiausius ir esminius savo principus, kurie yra susiję su vertės nekuriančių srautų šalinimu ir nuolatiniu tobulėjimu. Taigi, sąveika su „Pramone 4.0“ ir įrodo, jog „Lean“ gamybos sistema yra vis dar svarbi ir aktuali [7]. Pritaikant „Pramonės 4.0“ principus Lean gamybos sistemoje galima nustatyti daug įvairių privalumų, nes kad ir kaip reikėtų patobulinti šią sistemą, vis tiek svarbiausiu akcentu bus švaistymų mažinimas ir nuolatinis tobulinimas, kuris užtikrina, jog visi norimi rezultatai būtų pasiekti ir būtų užtikrintas konkurencingumas, o jei „Lean“ gamybos sistema pasipildys „Pramonės 4.0“ principais, tai užtikrins aukštą optimizavimą, duomenų saugumą juos perkeliant į „debesį“, tai leis analizuoti įmonėje vykstančius procesus, dar anksčiau nustatyti ir pašalinti gamybos neatitiktis bei dar lengviau rengti ataskaitas. Šie privalumai užtikrins, jog visų gamybos procesų laikas sutrumpėtų ir produktas greičiau pasiektų klientą, tačiau pačiu svarbiausiu akcentu tampa tai, kad tai tik bus jau esamos „Lean“ gamybos sistemos patobulinimas ir tai darbuotojams nekels didelio nepasitenkinimo, nes bus išsaugotos svarbiausios tradicijos ir principais, kuriuos darbuotojai jau supranta ir pažįsta, nei kad, jei būtų įdiegiama nauja gamybos sistema [8].

1.1. „Lean“ gamybos sistemos samprata

Dvidešimt pirmasis amžius siejamas su gamybos efektyvumu bei dideliu vartotojiškumu, todėl vis dažniau įmonių vadovai užduoda esminį šių dienų klausimą kaip padidinti gamybos efektyvumą turint mažas investicijas, panaudojant turimus išlaidas, bei kaip užtikrinti nuolatinį pelno didėjimą. Analizuojant skirtingų įmonių veiklas buvo nustatyta, jog norint užtikrinti įmonių efektyvumą labai svarbu, jog visi skyriai dirbtų harmoningai, būtų tęstinumas, nes tik taip gali bus užtikrinamas didesnis našumas. Todėl vienas iš pagrindinių būdų norint užtikrinti tiek efektyvumą, tiek pelno didėjimą yra „Lean“ gamybos sistema, kuri apima visus įmonėje vykstančius procesus nuo gamybos ir pajamų valdymo bei planavimo iki gamybos technologijų ir jų procesų optimizavimo. „Lean“ gamybos sistema yra žinoma jau nuo seno, tačiau dar nėra iki galo išnaudoti jos teikiami privalumai, nes tai sistema, kuriai reikia labai didelių pastangų ir nuolatinio noro tobulėti, mokytis bei keisti.

Pirmoji kokybės valdymo sistema, kuri dabar yra vadinama „Lean“ gamybos sistema, buvo pradėta įgyvendinti „Toyota“ automobilių gamykloje, kai apie 1930 metus Kiichiro Toyoda (1930) bei Taiichi Ohno(1930) nustatė, jog paprasti patobulinimai ar naujovės padėtų užtikrinti procesų tęstinumą, taip užtikrindami didesnę našumą, mažesnę medžiagų poreikį bei daug mažesnę atliekų kiekį. Jie pradėjo gamykloje įgyvendinti šiuos gamybos principus ir juos įvardino kaip kokybės valdymo sistemą, kurią pavadino „Toyota“ vadybos sistema (ang. *Toyota Production System*) [1]. „Toyota“ vadybos sistema labai išpopuliarėjo, kai buvo išleista knyga „Mašina kuri pakeitė pasaulį“ (ang. *The Machine That Changed the World*), nes šioje knygoje buvo aiškinami pagrindiniai principai kaip gaminti kokybiškai bei greitai, taip pat ganėtinai aiškiai buvo apibrėžta, jog atliekomis gali būti ne tik medžiagos, kurių nebeįmanoma kažkur panaudoti, bet ir įvardinti kiti nemažiau svarbūs atliekų tipai: judesiai, perprodukcija, defektai, laukimas [9]. Autoriai Roos‘as, James‘as, Womack‘as ir Jones (1990) išanalizavo visus galimus atliekų tipus ir nustatė, jog kiekvienas atliekų tipas turi tiesioginę įtakos tiek produktų kokybei, tiek našumui, tiek darbuotojų pasitenkinimo lygiui, todėl ir pradėjo skatinti įmones, šias vertės nekuriančias operacijas šalinti iš gamybos procesų, taip užtikrinant didesnę pelną bei vartotojų pasitenkinimą [9].

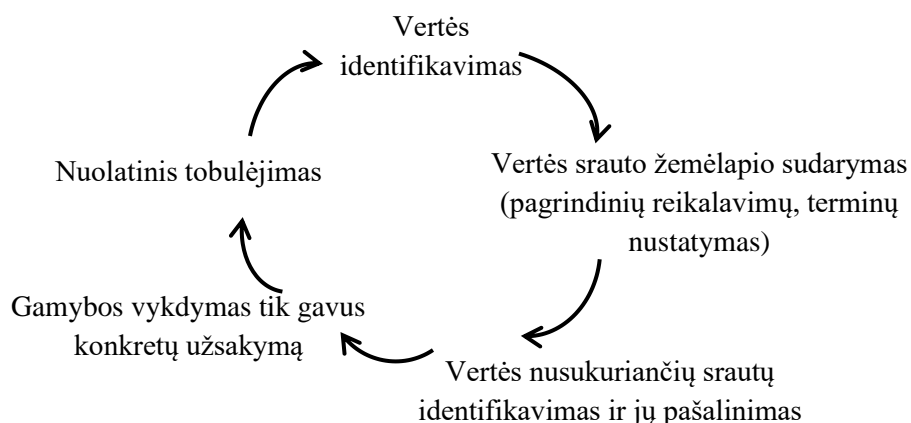
„Toyota“ vadybos sistema buvo įvardyta nauju pavadinimu, tik kai „Toyota“ automobilių gamykloje dirbęs inžinierius Krafcik‘as (1998) parašė savo garsųjį straipsnį „Lean gamybos sistemos triumfas“ (ang. *Triumph of the Lean Production System*), kuriame pirmą kartą šią kokybės vadybos sistemą įvardijo kaip „Lean“ gamybos sistemą [10]. Didėjant žmonių sąmoningumui dėl aplinkosaugos svarbos, tvarumo ir ilgaamžiškumo reikalavimų Jungtinių Tautų Organizacija ((angl. *EPA*) 2003) „Lean“ gamybos sistemą apibūdino kaip sistemą, kuri kuria aukštos kokybės produktus, stegdamasi naudoti tvarias medžiagas, naudodama minimalias išlaidas ir taip šalindama visų tipų atliekas, kurios pasitaiko gamyboje. Taip kartu užtikrinama ne tik žmogaus svarba bei jo gerovė, bet ir tausojama aplinka ir gamtos išteklių [9].

Dvidešimt pirmajame amžiuje „Lean“ gamybos sistema dažnai dar kitaip yra vadinama nuolatinio tobulėjimo filosofija, nes ši koncepcija – naudodama minimalius išteklius, stengiasi juos maksimaliai išnaudoti taip užtikrindama, jog tai apims visus įmonėje vykstančius procesus į kuriuos yra įtraukti ne tik pagrindiniai procesai, kurie yra reikalingi pagaminti produktui, bet ir papildomi, kurie nėra tiesiogiai susieti su gamyboje vykstančiais procesais ir operacijomis. Būtent taip yra maksimaliai išnaudojami visi turimi išteklių, nes kiekvienas darbuotojas stengiasi optimizuoti, paprastinti bei tobulinti tuos procesus už kuriuos jis yra atsakingas [1].

Pagrindiniai „Lean“ gamybos principai yra mažinti išlaidas identifikuojant visus vertės nekuriančius srautus, gerinti gaminių kokybę, šalinti visų tipų atliekas, kurios susidaro gamybos proceso metu, taip didinant klientų patikėjimą bei jų pasitenkinimo lygį, tačiau, kad būtų dar paprasčiau, šiuos

pagrindinius teiginius galime išskaidyti į kelis konkrečius principus, tam, kad palengvinti „Lean“ gamybos sistemos sampratą, taip užtikrinant dar lengvesnį šios kokybės vadybos sistemos diegimą ir pritaikymą skirtingose įmonėse [11]:

- pirmasis principas teigia, jog negalima vertės apibrėžti tam tikrai produktų ar gaminių grupei, nes tikslingiausia yra vertę nustatyti atsižvelgiant į konkretų produktą, užsakymą ar net užsakovą taip išvengiant visų netikslumų ir nesusipratimų, nes šis principas padeda užtikrinti, jog kliento lūkesčiai būtų patenkinti, nes visos detalės, tiek dėl kainos, tiek dėl pagaminimo termino buvo aptartos ir išsiaiškintos;
- antrasis principas yra susijęs su vertės srauto žemėlapiu sudarymu, tai principas, kuris padeda įvertinti proceso galimybes, nustatyta netikslumus ir švaistymus nuo užsakymo gavimo iki pristatymo užsakovui. Naudojant vertės srauto žemėlapią yra daug lengviau nustatyti visų tipų švaistymus bei juos pašalinti, išvengiant didelių nuostolių;
- trečiasis principas skatina aptikus švaistymą jį ne tik pašalinti, bet ir išsiaiškinti jo atsiradimo priežastis, taip išvengiant pasikartojančių gamybos neatitikimų. Šis principas skatina nenukrypti nuo gamybos plano, išvengiant visų įmanomų gamybos plano neatitikčių;
- ketvirtasis principas yra labai svarbus, nes skatina ir moko produktus ar gaminius gaminti tik tada, kada yra gautas užsakymas, nes kitu atveju, kai gaminama į buferį, bus ne tik didinami sandėliavimo kaštai, bet ir kuriamas toks procesas, kurio vertė bus ženkliai mažesnė;
- penktasis principas apibūdina tiek jau paminėtus keturis principus, tiek visą „Lean“ gamybos sistemos filosofiją, nes primena ir skatina kaip yra svarbu nuolatos tobulėti ir tobulinti visus įmonėje vykstančius procesus, nes tik taip galima išlikti konkurencingais.



1 pav. „Lean“ gamybos sistemos principai [šaltinis: parengtas darbo autorės pagal 4 literatūros šaltinį]

„Lean“ gamybos sistema pasižymi lankstumu, nes šią sistemą sudaro įvairūs įrankiai, kurių paskirtys ir taikymas yra skirtingas, pavyzdžiui, vieni įrankiai gali padėti gerinti ir optimizuoti darbo procesą, o kiti padėti nustatyti gamybinius neatitikimus daug greičiau, jų atsiradimo priežastis ir greitesnį priežasčių pašalinimą, bet, nors ir visi „Lean“ gamybos sistemos įrankiai yra skirtingi, tačiau siekiantys tokio pat tikslo – efektyvumo didinimo [12]. Pagrindiniai „Lean“ gamybos sistemos įrankiai: „5S“, „Poka-Yoke“, „Heijunka“, „Kanban“, „Kaizen“ ir dar daug kitų, o skirtingų įrankių pritaikymas ir panaudojimas padeda maksimaliai į šios sistemos diegimą įtraukti visus įmonėje dirbančius darbuotojus, nes, pavyzdžiui, vienas iš pagrindinių žingsnių, moko teisingai, pagal standartą susitvarkyti savo darbo vietą, taip užtikrinant dar mažesnes prastovas, laukimą [12].

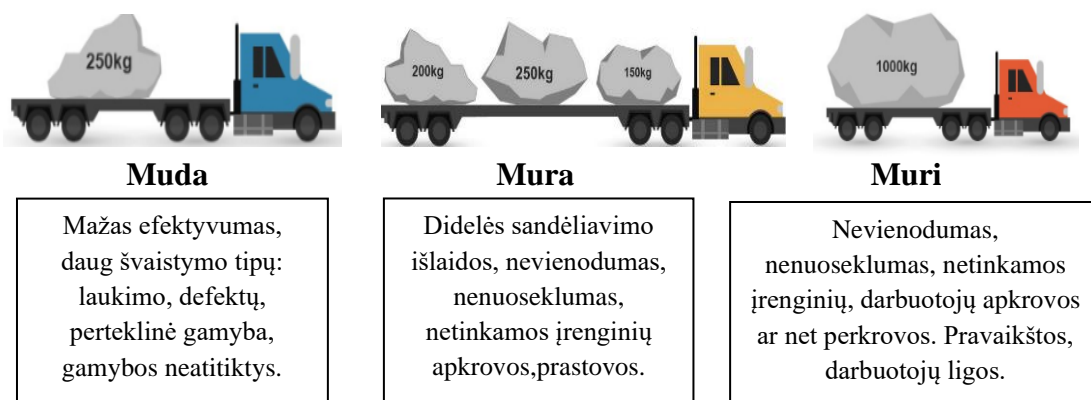
Nors ir „Lean“ gamybos sistema pasižymi lankstumu ir ją galima pritaikyti beveik visuose srityse, tačiau dažnai būna ir tokių atvejų, kai įmonės bandydamos įsidiesti pagrindinius „Lean“ gamybos principus, klysta ir nepasiekia laukiamų rezultatų, o ne sėkmės priežastys gali būti įvairios [13]:

- per mažas vadovų ir vadovujančių asmenų įsitraukimas į šios kokybės vadybos sistemos diegimą, taip pat bandymas nusikratyti atsakomybėmis ir jų priskyrimas asmenims, kurie neturi reikiamų kompetencijų;
- vadovų kompetencijos yra per mažos, jie nenori bendradarbiauti su kitais įmonėje dirbančiais asmenimis, todėl trūksta lyderiaujančių asmenų, kurie padėtų, paskatintų stengtis ir siekti pokyčių;
- neteisingai parinkti ir naudojami „Lean“ gamybos sistemos įrankiai;
- per mažai skiriama išteklių „Lean“ gamybos sistemai įdiegti, nes labai svarbu darbuotojams suteikti pagrindinius mokymus, jog būtų galima šią sistemą įdiegti sėkmingai.

1.2. Vertės nekurianty srautai ir 7 didieji švaistymai

Vienas iš pagrindinių „Lean“ gamybos sistemos principų yra identifikuoti visus vertės nekurančius srautus, kurios galime dar kitaip įvardyti atliekomis, taip yra siekiama pagerinti tiek produktų kokybę, tiek įmonės gerovę, tačiau norint lengviau pasiekti rezultatų, svarbu išanalizuoti visus įmonėje vykstančius procesus ir išsiaiškinti, kurie procesai yra būtini norint įvykdyti ir patenkinti kliento lūkesčius, tokie procesai yra kuriantys pridėtinę vertę, o procesai, kurie nėra būtini ir niekaip nepripisda prie produkto ar paslaugos įgyvendinimo, tampa vertės nekurančiais srautais [14].

Toyota vadybos sistemoje, gamybos metu atsirandančios atliekos, kurios apima tiek gamybines atliekas, tiek laukimą, tiek talento švaistymą, buvo įvardytos kaip Muda, Mura ir Muri, tai trys pagrindiniai švaistymo tipai, kurių egzistavimas gamybinėse įmonėse mažina efektyvumą, o jų pašalinimas padeda įmonėms sutaupyti medžiagas, išteklius ir net finansus [14].



2 pav. Muda, Mura, Muri [šaltinis: parengtas darbo autorės pagal 7 literatūros šaltinį]

Muda yra skirstoma į du pagrindinius tipus, pirmasis tipas skatina nustatyti procesus ir veiklas, kurie nėra būtini ar reikalingi, jog būtų užtikrintas maksimalus kliento pasitenkimo lygis ir skatina tuos procesus, kurie nėra reikalingi ar būtini pašalinti iš vykstančių procesų, nes nei klientas už tokius procesus nėra pasirengęs mokėti, nei įmonei jie yra pelningi [14]. Antrasis Muda tipas apibūdina ir pačią „Lean“ gamybos sistemos filosofiją, nes apibrėžia net 7 didžiuosius švaistymus, dėl kurių įmonės nepasiekia norimų rezultatų, patiria didžiulius nuostolius ir praranda konkurencingumą, o pagrindiniai švaistymo tipai gali būti tokie kaip [1]:

- defektai – tai produktai, kurie dėl savo išvaizdos, kokybės, mechaninių savybių neatitinka tiek kliento keliamų reikalavimų, tiek pagrindinių standartų ir yra netinkami, jog būtų pristatyti klientui. Šis švaistymo tipas yra ypatingai nuostolingas įmonei, nes naudoja išteklius, kurie daugiau nebebus panaudojami, nes pakantenka į gamybos neatitikimų grupę, o tokius produktus

reikia perdirbti, o tai ne tik kainuoja, bet ir užima daug laiko. Šis atliekų tipas skatina ne tik nustatyti defektus ankstyvose gamybos stadijose, bet ir juos pašalinti, ir išsiaiškinti jų atsiradimo priežastis;

- transportavimas – tai tipas, kuris yra siejamas su nereikalingu ir neapgalvotu žaliavų, medžiagų, produktų ar gaminių transportavimu tiek įmonės viduje, tiek ir už jos ribų. Dažnai gamybinėse įmonėse tiek medžiagos, tiek detalės yra transportuojamos neatsižvelgiant į gamybos technologiją ir yra pristatomas ne prie tų įrenginių prie kurių turėtų būti pristatytos, todėl tai reikalauja papildomo transportavimo, kuris reiškia ne tik papildomus kaštus, bet ir papildomą laiką;
- laukimas – šis švaistymus tipas yra susijęs su kitais švaistymų tipais, nes, pavyzdžiui, jei detalė nėra transportuojama į tą vietą, kurioje bus apdirbama, įrenginio operatorius turi laukti, kol detalė bus pristatyti, o tai mažina efektyvumą bei našumą. Norint užtikrinti gamybos efektyvumą, gamybos procesas turi vykti sklandžiai, jog nei vienas procesas neužtruktų ilgiau nei numatyti, nes kitu atveju efektyvumas mažės, dėl nuolatinio laukimo.
- perprodukcija – tai švaistymų tipas, kuris yra siejamas su dideliu vartotojiškumu, nes įmonės nori pagaminti, kuo daugiau produktų, jog esant poreikiui jie būtų, kiek įmanoma greičiau pristatyti klientui. Tačiau vartotojai vis labiau keičiasi ir nori individualių gaminių, todėl toks produktų gamybos tipas yra nebeefektyvus. Norint išvengti šio nuostolių tipo labai svarbu, jog gamybos procesai būtų pradėti tik tada, kada yra gautas realus užsakymas pagal individualius kliento reikalavimus;
- judesiai – tai išteklių tipas, kuris siejamas su papildomais judesiais, kurie nėra reikalingi, jog būtų pagamintas produktas, pertekliniai judesiai gali būti atliekami tiek žmogaus, tiek įrangos ar robotų. Šis švaistymų tipas atsiranda dėl netinkamo ar nepatogaus darbo vietos išdėstymo, kai daiktai yra išdėstyti netinkamose vietose ar netvarkingai ir norint juos rasti užtrunka papildomo laiko ir pastangų. Papildomi judesiai taip pat yra atliekami ir žmonių, kurie dirba ne tiesiogiai gamyboje, tai atsitinka, kai programinėje įrangoje, reikalingi įrankiai ir informacija yra išdėliota nepatogiai.
- tai tipas, kuris yra siejamas su papildomu darbu ar papildomomis operacijomis. Dažnai darbuotojai atlikdami tam tikrą operaciją, kuri kartojasi dažnai, nebando jos optimizuoti, jog sutrumpėtų atlikimo laikas ir dėlto vis yra atliekami papildomi judesiai, kurie ilgina gamybos laiką, mažina efektyvumą ir neleidžia užtikrinti, jog siejami rezultatai būtų įgyvendinti.

Pagrindiniai „Lean“ gamybos sistemos švaistymai buvo identifikuoti jau Toyota vadybos sistemoje, tačiau šiuo metu yra kalba ne tik apie pagrindinius septynis švaistymo tipus, kurie didžiąją dalimi yra siejami tik su mažesniu efektyvumu ir mažesniu konkurencingumu, bet ir vis dažniau girdimi ir dar du švaistymų tipai, vienas iš jų yra siejamas su žmonių gerove, jų sveikata, o kitu nemažiau svarbiu tipu tampa erdvės išnaudojimas [15].

Vis daugiau įmonių suvokia žmogaus svarbą gamybinėse įmonėse, nes aukštą kvalifikaciją turinčių specialistų nuolat mažėja, todėl ir yra stengiamasi gerinti darbo kokybę bei darbo sąlygas, nes vis daugiau problemų kyla darbuotojų sveikatai, pavyzdžiui, dėl specifinių darbo sąlygų, kai darbuotojai dėl nuolatinio sėdimo darbo prastėja fizinė būklė, o tai gali sukelti tiek problemas susijusias su širdies ir kraujagyslių ligomis, tiek nutukimu, o tai nėra naudinga įmonėms, nes netekus darbuotojo ženkliai sumažėtų įmonės produktyvumas [15].

Dėl aukštų žaliavų kainų ir sudėtingų projektų įmonės negali lengvai didinti gamybinių patalpų, o ir nebe taip lengva ir paprasta pasistatyti naujas gamybines patalpas, todėl ir atsiranda devintasis švaistymų tipas, kuris siejamas su netinkamu erdvės išnaudojimu [15].

Dėl didelio vartotojiškumo ir dėl skirtingų operacijų poreikio įmonėms tenka turėti daug skirtingų įrenginių, kurie gebėtų prisitaikyti prie visų kliento reikalavimų išpildymo, todėl labai svarbu, jog įmonių gamybinių patalpų erdvė būtų maksimaliai išnaudota, nes priešingu atveju, įmonės konkurencingumas mažės, nes tam tikrų paslaugų įmonė negalės pasiūlyti klientui [15].

Antrasis švaistymų tipas yra Mura ir šis tipas yra siejamas su procesų netolygumu, nevienodumu, skirtingomis darbuotojų, įrenginių ar net cechų apkrovomis [12]. Pavyzdžiui, Mura apibūdina, tokius procesus, kai yra neteisingai apskaičiuojamos įrenginių apkrovos ir yra blogai įvertinama, jog vienas procesas reikalauja ilgesnių apdirbimo laikų nei, kad prieš tai buvęs procesas, todėl operacijos yra atliekamos netolygiai ir įmonės našumas gali būti vertinamas tik pagal didžiausią apkrovą turintį įrenginį, todėl labai svarbu planuoti gamybą taip, jog kiekvienas įrenginys dirbtų tolygiai, panašiomis apkrovomis [12].

Mura yra glaudžiai susijusi tiek su Muda, tiek su Muri, tačiau Mura ganėtinai sunku pašalinti, nes sudėlioti gamybos įrenginių apkrovas yra ganėtinai sudėtinga, nes kol vienas įrenginys padaro vieną detalę, kitas per tą patį laiką padaro tris, todėl šis švaistymų tipas yra sudėtingai pašalinamas [14].

Muri tai vienas iš trijų švaistymų tipų, kuris seka po ankstesnių dviejų švaistymo tipų, tai tipas, kuris apibūdina tai, kas yra per didelės apkrovos, kurios dažnai net nėra pagrįstos, kurios kelia stresą tiek įmonės vadovams, tiek įmonės rezultatams, tiek patiems darbuotojams, nes iš jų tikimasi ypatingai daug, kartais net to, kas yra beveik neįmanoma, todėl dėl per didelės apkrovos darbuotojai pervargsta, taip mažėja ir jų efektyvumo rodiklis ir ilgainiui darbuotojai gali susirgti, todėl įmonei galėtų grėsti net prastovos, o tai yra labai nenaudinga [14].

1.3. „Lean“ gamybos sistemos įrankiai

„Lean“ gamybos sistema yra ypatingai lanksti ir gebanti prisitaikyti prie įvairių situacijų, o svarbiausia tai, jog ši sistema ne tik padeda spręsti gamybos neatitikimus, bet ir geba prisitaikyti prie įvairaus tipo įmonių, kurios siūlo nuo paslaugų teikimo iki tų, kurios gamina labai svarbius medicinos komponentus ar produktus, ir tai yra dėl „Lean“ gamybos sistemos įrankių įvairumo, kurie padeda prisitaikyti prie visų esamų situacijų ir juos įmonės gali pasirinkti ir naudoti pagal konkrečią įmonės situaciją ir tipą [16]. „Lean“ gamybos sistemos įrankių įdiegimas įmonėje tai puikus būdas spręsti įvairioms problemoms ir labai svarbu paminėti tai, jog tai būdas kuris įtraukia visus įmonės darbuotojus, gerina jų darbo sąlygas ir pasitenkinimo lygi, o įmonei tai naudinga ir dėl to, jog kaikiurių „Lean“ gamybos sistemų įrankių įdiegimas reikalauja itin mažų kaštų, o jo efektyvumas ir nauda yra aiškiai ir greitai pastebima [16].

Didėjantis efektyvumas, geresnė produktų kokybė, anksčiau nustatomi įrengimų gedimai, užtikrinimas jog visi gamybos procesai vyktų pagal gamybos planą bei užtikrinamas daug didesnis saugumas darbuotojams tai privalumai, kurios teikia „Lean“ gamybos sistemos įrankiai: „Gamyba pačiu-laiku“, „5S“, „Kaizen“, „Kanban“, „Poka-Yoka“, „SMED (liet. *greitas įrengimų perderinimas*)“, „Vertės srauto žemėlapis (angl. *Value Stream Mapping, VSM*)“ „Jidoka“, „Heijunka“ ir „Vizualus valdymas“ [1, 16,17].

1 Lentelė. „Lean“ gamybos sistemos įrankiai [šaltinis: parengtas darbo autorės pagal 16 ir 17 literatūros šaltinius]

Problemos tipai	„Lean“ gamybos sistemos įrankiai, kurie sprendžia pateiktas problemas
Neteisingas vadovavimasis ERP sistemomis, gamybos terminų nesilaikymas, vėlavimai, prastovos, žaliavų trūkumas, ilgesni gamybos terminai	„Gamyba pačiu-laiku“ „Heijunka“
Darbuotojų nepasitenkinimas, žemas standartizavimo lygis, netvarka, nešvara, nesaugi darbo aplinka, žemas efektyvumo lygis, talentų ir įdėjų švaistymas, vertės nekuriantys srautai	„5S“ „Kaizen“
Perprodukcija, 7 švaistymo tipų egzistavimas gamyboje	„Kanban“ „SMED“
Defektai, gamybos neatitiktys	„Poka-Yoka“ „Jidoka“
Prastovos, laukimo nostalgijos, nesuderinti gamybos procesai	„Heijunka“ „SMED“
Trūkstamos operacijos, netinkamas tvarkymas	„Kaizen“

„Gamyba pačiu-laiku“ tai „Lean“ gamybos sistemos įrankis, kuris skatina gamybą tik tam tikru laiku, kada yra gautas realus užsakymas pagal kliento reikalavimus, šis įrankis skatina, jog žaliavos, medžiagos, komponentai ar gamybos elementai būtų pristatomi tik tuomet, kada jie yra reikalingi, taip išvengiant papildomų sandėliavimo išlaidų, sutaupant papaltų erdvės, kuri yra ypatingai svarbi mažoms įmonėms, šio įrankio metodas moko ne tik teisingai valdyti atsargas, bet ir nuolatos vadovautis gamybos planu pagal ERP sistemas [2]. Kaip teigia Womack‘as ir Jones‘as (2003) „JIT“ įrankis dažnai yra naudojamas pritaikant ir kitus „Lean“ gamybos sistemos įrankius tokius kaip „Kanban“, „Vizualus valdymas“ traukos sistema ar vieno takto sistemos įrankiais, taip užtikrinant maksimalių JIT įrankio naudų gavimą ir efektyvumo bei pelno didinimą [2].

„Heijunka“ tai „Lean“ gamybos sistemos metodas, kuris yra mažiau žinomas nei kiti įrankiai, tačiau tai įrankis, kuris geba padidinti produkto vertę, padeda ir palengvina gamybos planavimą, nes šio įrankio pagalba gamybinėse įmonėse yra daug lengviau sumažinti gamybos svyravimus, netolygumus, o tai padedama atlikti, kai sąmoningai tarp pagrindinių užsakymų yra įterpiami mažos, įvairių ir nesudėtingų konstrukcijų gaminių partijos pagal gautus kliento poreikius, taip yra ne tik patenkinamo kliento poreikiai, bet ir užtikrinama, jog gamybos procesas vyktų daug sklandžiau, susidarytų mažiau atliekų [17].

Visi „Lean“ gamybos sistemos įrankiai yra labai svarbūs sėkmingam šios sistemos įdiegimui ir vystymuisi, tačiau vienas iš „Lean“ gamybos sistemos įrankių yra ypatingai svarbus šios filosofijos diegimui, nes tai įrankis, kuris lyg pagrindas, kitų įrankių ir metodų sėkmingam įdiegimui, ir tas įrankis yra – „5S“, kuris padeda pagerinti įmonės efektyvumą pritaikant penkių esminių žingsnių sistemą [3,17]:

- rūšiavimas (jap. *Seiri*) – tai pirmasis žingsnis, kuris skatina ir moko, jog reikia darbo vietoje esančius daiktus susiruošiuoti į tris grupes, pirmoji daiktų grupė yra ta, kurioje yra visi būtini

daiktai, jog būtų užtikrintas sklandus tiesioginio darbo vykdymas, antroji grupė yra ta, kurioje yra visi daiktai ir įrankiai, kurie buvo pasiskolinti iš kitų darbų vietų ir juos privalu grąžinti, ir trečioji grupė, tai grupė, kurioje yra visi nereikalingi daiktai, kurie tik užima vietą ant darbo stalo, tokius daiktu reikia išmesti;

- sutvarkymas (jap. *Seiton*) – tai žingsnis, kuris skatina, kai jau visi nereikalingi daiktai iš darbo vietos yra pašalinti, susitvarkyti darbo vietą taip, jog visi reikalingi įrankiai būtų padėti į aiškiai matoma vietą ir juos būtų paprasta ir lengva pasiekti. Norint užtikrinti sklandų tiesioginį darbo procesą, svarbu, jog visi įrankiai būtų aiškiai ir tvarkingai išdėstyti ant darbo stalo, nes kitu atveju, ieškant reikalingo įrankio, gamybos procesas ženkliai ilgėja;
- spindėjimas (jap. *Seisou*) – tai trečiasis žingsnis, kuris skatina susitvarkyti, jog visi paviršiai, įrankiai ar įrengimai blizgėtų ir būtų švarūs, nes taip yra užtikrina, jog darbo vieta užtikrintų maksimalų saugumą, nes kai visi įrengimai ir įrankiai yra išvalyti ir švarūs yra daug lengviau nustatyti jų gedimus ir taip išvengti didelių nuostolių;
- standartizavimas (jap. *Seiketsu*) – tai ketvirtasis žingsnis iš penkių, kuris moko, jog reikia sudaryti grafikus, jog būtų sistemiskai tvarkoma darbo vieta, nes kitu atveju, vėl darbo vietoje prisikaups nereikalingų daiktų ar įrankių ir vėl viską teks pradėti nuo pirmo žingsnio. Taip pat yra svarbu standartizuoti ir sužymėti įrankių vietas, jog būtų juos lengviau padėti į jiems priklausančią vietą;
- savikontrolė (jap. *Shitsuk*) – tai vienas iš sunkiausių žingsnių, nes norint vadovautis „5S“ sistema reikia išsiugdyti naujus įpročius, o tai reikalauja didelių pastangų ir daug laiko. Šis žingsnis moko ir skatina nuolat vadovautis „5S“ sistema, sudaryti grafikus, nuolat tvarkyti darbo vietą bei nuolat tobulėti, taip užtikrinant ne tik efektyvumą, bet ir saugumą.

„SMED“ (ang. *Single Minute Exchange of Dies*) tai metodas, kurį sukūrė Toyota automobilių gamybos inžinierius Shigeo Shingo (1950) ir šio įrankis pagrindinis tikslas buvo sutrumpinti įrankių ar įrenginių perderinimo laikus, paruošiant juos kito gaminio gamybos procesui atlikti, taip siekiant pagerinti gamybos srautus [18]. „SMED“ metodas teigia, kad reikia siekti tobulumo nuolat ir greitinti ir gerinti perderinimų, ar perstatymu laikus, bet svarbiausias skaičius laiko atžvilgiu yra 10 sekundžių, būtent per tiek laiko ir turi būti perderintas ar pakeistas įrankis, jei per tiek laiko įmonėje yra pakeičiami ar perderinami įrankiai įmonės srantai tampa tolygiais, pasiekiamas didesnis efektyvas, mažėja prastovos [18].

„Kanban“ tai japoniškas žodis, kuris reiškia įspėjimą signalą ar kortelę, kuria galima aiškiai pamatyti, kai procesas vyksta netinkamai ar visai nevyksta [16]. „Kanban“ metodą galima labai paprastai įgyvendinti, tačiau bus daug sunkiau, jog visi darbuotojai įsitrauktų į šios sistemos sėkmingą įgyvendinimą, nes įmonei ganėtinai paprasta pasigaminti „Kanban“ lentą, kurią reikia suskirstyti į tris stulpelius, pirmasis stulpelis parodo, ką reikės padaryti, antrasis parodo, jog produktas yra gaminamas ir trešiasis stulpelis parodo, jog produkto gamyba jau yra pabaigta, tačiau yra ganėtinai sudėtinga įtraukti darbuotojus, jog jie pagal produkto stadiją pakeistų kortelių poziciją „Kanban“ lentoje [19]. Nors ir „Kanban“ metodas yra seniai žinomas, tačiau daugeliui įmonių ganėtinai sudėtinga gauti jo teikiamus privalumus, nes šio įrankio sėkmingas naudojimas priklauso ir nuo daugelio kitų veiksnių, tokių kaip žaliavų ir inventoriaus valdymas, tiekėjų, pardavėjų įsitraukimas į patį gamybos procesą, nuolatinio kokybės gerinimo, rūpinimosi darbuotojų sauga ir gerove ir t.t. [19].

„Kaizen“ tai metodas, kuris dar kitaip žinomas, kaip nuolatinio tobulėjimo metodas, šis metodas buvo sukurtas taip, jog didindų įmonės, gamybos procesų, darbuotojų sėkmę ir mažintų visas įmanomas nesėkmes, įdiegiant mažus patobulinimus, kurie padaryti pačių darbuotojų iniciatyva [20]. „Kaizen“

metodo filosofija yra tokia, jog reikia skatinti visus įmonės darbuotojus teigti įvairius pasiūlymus, kurie jų nuomone pagerintų jų tiesioginio darbo atlikimą, pagerintų darbo saugą ar net pačius gamybos procesus, o kai visi darbuotojai yra suinteresuoti, teigdami pasiūlymus ne tik gali pasilengvinti sau darbą, bet ir pašalinti vertės nekuriančius srautus, rasti naujų būdų kaip ekonomiškiau panaudoti turimas žaliavas [20].

„Poka-Yoka“ tai labai svarbus metodas, kuris leidžia išvengti klaidų arba, kai jau įvyksta klaida aiškiai apie ją pranešti, kad ji būtų, kiek įmanoma greičiau pašalinta iš proceso, taip išvengiant gamybos neatitiktųjų ar didelių nuostolių, kurie galėtų sugadinti gaminį ar net visą gaminių partiją [17]. „Poka-Yoka“ metodas yra naudojamas taip, jog užkirstų kelią žmogiškosios klaidoms, taip pat šis metodas taip suprojektuotas taip, jog pašalintų klaidas, kurių žmogus nepastebi, pavyzdžiui, jei įvyktų taip, jog dėl kažkokios klaidos būtų neteisingai atlikta operacija, šis metodas nebeleistų atlikti tolimesnių veiksmų užtikrinamas, jog likusios operacijos ar veiksmai nebūtų atliekami netiksliai [17].

„Vizualus valdymas“ (ang. *Visual Management*) tai „Lean“ gamybos sistemos įrankis, kurio pagrindinis tikslas yra padaryti, jog svarbi informacija taptų dar aiškiau matoma visiems įmonės darbuotojams ir tai padeda užtikrinti įvairios vizualaus valdymo priemonės tokios kaip spalvos, įvairūs ženklai, tam tikras tvarkymo būdas, įvairūs žymėjimai ar tam tikrų standartų būvimas, visos šios priemonės palengvina susipažinimą su esama situacija, o idealiausias variantas yra tada, kai žmogus, kuris nėra tiesiogiai susijęs gebėtų gana greitai ir lengvai perprasti visą sistemą, gebėtų nustatyti ir įvardinti procesą ar net esančias neatitiktis [17]. Didžioji dalis įmonių tampa tarptautinėmis ir vis daugiau žmonių juose kalba skirtingomis kalbomis, todėl kitataučiams yra ganėtinai sudėtinga perprasti skirtingus įmonėse vykstančius procesus, todėl galima nustatyti ir įvardinti dar vieną „Vizualaus valdymo“ privalumą, jog net žmonės, kurie nežino nei reikalavimų, nei procesų ar net pagrindinės įmonės kalbos, gebėtų perprasti ir suprasti kas, kaip ir kodėl, o tai užtikrina visos „Vizualaus valdymo“ priemonės [17].

„Vertės srauto žemėlapis“ tai gana paprastas „Lean“ gamybos sistemos įrankis, kurio pagrindinis tikslas yra medžiagų, atliekų, komponentų, operacijų, darbų analizavimas, jų modeliavimas bei valdymas skirtas, tam jog būtų įgyvendintas pagrindinis įmonės tikslas – patenkintas klientas, kuriam laiku pristatomas pagamintas produktas [21]. Pagrindinis ir svarbiausias vienetas sudarant vertės srauto žemėlapi yra laikas, pasirinkti tipo duomenų grupės laiko duomenis yra surenkami dažniausiai rankiniu būdu, nors ir nemažai įmonių įsidedia ir skaitmeninius fiksavimo įrenginius, gauti duomenis yra vizualiai paavaizduojamas šioje vertės ruto žemėlapyje, nes taip yra lengviau susisteminti didelius kiekius duomenų, juos analizuoti, galima daug greičiau pastebėti net ir mažiausią pokytį, jį analizuoti ir tuomet pritaikyti patobulinimus, jei jie yra reikalingi [21].

„Vertės srauto žemėlapis“ yra labai naudingas įrankis, kai norima nustatyti visus vertės nekuriančius srautus ir juos pašalinti, tačiau ne vien šį privalumą suteikia, bet ir [22]:

- padeda lengviau identifikuoti ne tik vertės nekuriančius srautus, bet ir visus 7 atliekų tipus, o tai padeda įgyvendinti vieną iš pagrindinių Lean gamybos sistemos tikslų – pašalinti visus atliekų tipus iš gamybos;
- užtikrina, jog būtų daug lengviau rasti priežastys dėl kurių, pavyzdžiui, nepavyksta padidinti efektyvumo arba padeda išsiaiškinti kodėl atsiranda pasikartojančios gamybinės neatitiktys;

- suteikia vizualią galimybę pamatyti, kaip atrodo produkto gamybinis kelias nuo užsakymo gavimo iki pristatymo klientui, tai padeda nustatyti pasikartojančius procesus bei jų optimizavimą;
- ir vienas iš svarbiausių privalumų, jog padidėja įmonės efektyvumas bei pastebimas didėjantis pelnas.

„Jidoka“ – labai svarbus „Lean“ gamybos sistemos įrankis, kuris leidžia užtikrinti dar mažesnę gamybos neatitikčių koeficientą, o tai leidžia išlaikyti gamybos taktą, pastovius gamybinius srautus, nes vis mažiau laiko reikia skirti gamybos neatitikčių taisymui ar net pergaminimui, šis įrankis suteikia galimybę darbuotojui nustačius neatitikimą, stabdyti procesą, o optimizuojant įrenginį ir įdiegiant patobulinimus, pats įrenginys gali sustabdyti operaciją ar net procesą, kai atsitinka neatitikimas nuo pateiktų standartų, vadinasi, įrenginiui įdiegiamas intelektas ir įrenginys, kaip žmogus geba atskirti detales, kurios yra tinkamos ar netinkamos [23].

1.4. „Lean“ gamybos sistemos automatizavimas

Dvidešimt pirmasis amžius, tai amžius, kuriame sustinka dvi visiškai skirtingos sistemos, viena iš jų yra „Lean“ gamybos sistema, kurios pagrindiniai principai yra vertės nesukuriančių srautų eliminavimas, tikslingas medžiagų panaudojimas, lengvesnė įrengimų ir įrankių priežiūra bei nuolatinis tobulėjimas, o kita sistema yra šios sistemos priešingybė, tai „Pramonė 4.0“, tai sistema kuri siūlo naują sprendimų priėmimo būdą, skatina naudoti dirbtinį intelektą, didžiųjų duomenų analizę, debesų kompiuteriją, ši sistema siejama su daline ar visiška robotizacija, tačiau abiejų šių sistemų pagrindinis tikslas yra patenkintas vartotojas, todėl iškyla klausimas ar įmanoma šių dviejų skirtingų koncepcijų sąjungą bendram tikslui pasiekti [8,23]?

Tik iš pirmo žvilgsnio galima teigti, kad šios dvi sistemos yra per daug skirtingos, jog sugebėtų sudaryti harmoningą sąjungą, tačiau tai būtų ne tiesa, nes „Lean“ gamybos sistema nuolat tobulėjo ir vis prisitaikydavo prie įvairių pramonės pokyčių ir metodų [8]. Pirminė „Lean“ gamybos sistemos koncepcija buvo tik įrankių ir metodų rinkinys, kuris naudojant įvairius įrankius ir metodus, stengėsi mažinti vertės nekuriančius srautus, skatino įsitraukti visus įmonės darbuotojus, tačiau dabartinis amžius yra siejamas su robotizacija, skaitmeninimu, robotizavimu, todėl pamažu ir „Lean“ gamybos sistema prisitaiko prie pokyčių ir įgauna naują, vis labiau žinoma pavadinimą – „Lean 4.0“ [8].

„Lean 4.0“ gamybos sistema, tai nauja ir mažai žinoma koncepcija, kurios pagrindinis tikslas yra išsaugoti pagrindinius „Lean“ gamybos sistemos principus ir tradicijas, kartu prisitaikant ir „Pramonės 4.0“ esminius principus, kurie užtikrintų dar didesnę efektyvumą bei gebėjimą pagaminti ir patenkinti dar daugiau klientų, tačiau šią naują sistemą lydi trys skirtingos nuomonės, dėl jų egzistavimo ir tobulėjimo, kaip vienai harmoningai sistemai [8]:

- „Pramonės 4.0“ diegimas įmonė kaip visiškai naujos sistemos sukeltų daug įvairių problemų: darbuotojų nenorėjimą keistis, pasipriešinimą bei negebėjimą prisitaikyti, tokių problemas sprendimas reikalautų itin didelių investicijų, kurios nebūtinais pateisintų visus lūkesčius, todėl norint turėti daug didesnius šansus sėkmingam šios sistemos įdiegimui, būtinu akcentu tampa „Lean“ gamybos sistema, kuri darbuotojų jau pripažinta, o diegti tik patobulinus yra daug paprasčiau nei keisti sistemą iš pagrindų;
- šios dvi skirtingos koncepcijos negali sudaryti harmoningos sąjungos, nes „Lean“ gamybos sistema yra nebetinkama, negebanti prisitaikyti prie didėjančio vartotojiškumo, sudėtingų procesų ir sudėtingų gaminių, o „Pramonė 4.0“ yra šios sistemos priešingybė, kuri geba patenkinti

dvidešimt pirmo amžiaus žmogaus poreikius, prisitaiko prie itin didelio vartotojiškumo, prisitaikyti prie dinamiškos aplikos padeda tiek dalinis ar visiškasis įmonės robotizavimas, tiek skaitmeninimas ar automatizavimas;

- „Lean“ ir „Pramonės 4.0“ gamybos sistemų sąjunga, tai garantas, jog įmonė pasieks savo pagrindinį tikslą – patenkins kliento poreikius, o tai užtikrins ir sėkmę. Šios dvi sistemos papildys viena kita savo koncepcijų pagrindiniais privalumais ir padės pašalinti visus įmanomus neatitikimus ir trūkumus. „Lean“ gamybos sistema siūlys tradicijas, nuolatinio tobulėto sampratą, darbuotojų ištraukimą, o „Pramonė 4.0“ automatizavimą, darbą realiuoju laiku, tad apjungus šias sistemas – užtikrintas kelias į sėkmę.

Tiek „Pramonė 4.0“, tiek „Lean“ gamybos sistema turi įvairių privalumų, nuo įrankių, kurie padeda darbuotojui jaustis laimingesniam, labiau užtikrintam dėl darbo sąlygų iki duomenų analizavimo realiu laiku, bet jei yra kalbama apie „Lean 4.0“ gamybos sistemą, tai ši sistema apjungdama dvi visiškai skirtingas koncepcijas gali suteikti daug daugiau privalumų [24, 25]:

- užtikrinamas dar didesnis darbuotojų saugumas ir patikimumas, kai yra įdiegiamos automatizuotos sistemos yra daug lengviau įvertinti įrenginio būklę, lengviau nustatyti būsimus ir galimus gedimus, nes duomenys yra gaunami realiu laiku, todėl yra išvengiama nelaimingų įvykių, todėl ir darbuotojai jaučiasi saugesni;
- lengviau optimizuoti sandėlių atsargas, lengviau išvengti prastovų dėl medžiagų, komponentų trūkumo. „Lean 4.0“ įrankiai padeda optimizuoti tiekėjų pristatymo laikus, nustatant medžiagų minimalius ir maksimalius kiekius, kai yra pasiektas minimalus medžiagos ar komponento kiekis, tiekėjas automatiškai gauna signalą, jog reikia pristatyti tam tikras medžiagas ar komponentus;
- tampa dar lengviau planuoti biudžetą ir galimas išlaidas. Naudojant „Lean 4.0“ įrankius yra analizuojami dideli duomenų kiekiai realiuoju laiku, todėl galime dar lengviau įvertinti, kada bus reikalingi papildomi įrenginiai ar jų atnaujinimo darbai;
- kadangi „Pramonė 4.0“ įgalina „Debesų kompiuterijos“, „Didžiųjų duomenų“ pritaikimą visuose įmonės skyriuose, tai leidžia analizuoti itin didelius duomenų kiekius, svarbiausia yra tai, kad tai yra vykdoma realiuoju laiku, priešingai nei, kai buvo duomenis renkami rankiniu būdu ir analizės atliekamos jau su pasenusiais duomenimis. Duomenų analizavimas realiu laiku leidžia įvertinti gamybos laikus, prastovas, neatitikimų pasikartojamumą ir kt., tai leidžia išvengti neplanuotų prastovų, gamybos neatitikčių ir kitų nesklandumų.

Kaip pagrindas visai „Lean 4.0“ gamybos sistemai yra „Lean“ gamybos sistema, nes ji turi jau ilgą tradicijas, kurios yra pripažintos visame pasaulyje, todėl ir diegiant šią naują sistemą yra atsižvelgiama ir į „Lean“ filosofiją, kuri skatina nuolat tobulėti, siekti tikslų, mažinti atliekas ir medžiagų panaudojimą. Todėl „Lean 4.0“ sistemos įrankiai mažai kuo skiriasi nuo pagrindinių „Lean“ filosofijos principų, esminis skirtumas yra tas, kad prie „Lean“ sistemos įrankių panaudojimo yra pritaikoma informacinė technologija, kurios šių įrankių naudojimą perkelia į kitą lygį, užtikrinant visų įmanomų ateities iššūkių įgyvendinimą, pasitelkiant tokius įrankius: „Kaizen 4.0“, „Just in Time 4.0“, „Andon 4.0“ ir kt., jų pagalba įveikiamos net ir sudėtingiausios užduotys, įgyvendinami tokie projektai, apie kurių įvykdymą anksčiau net nebuvo galima pagalvoti [8, 25].

„Lean 4.0“ gamybos sistemoje naudojami įrankiai [8, 25]:

- „Vertės srauto žemėlapis 4.0“ (angl. *Value Stream Mapping 4.0, VSM 4.0*)- įrankis yra beveik identiškas „Vertės srauto žemėlapiui“ pagrindinis skirtumas yra tas, jog visi informacijos srautai

ir signalai yra daug tikslesni, nes jie gaunami realiuoju laiku. Anksčiau šis įrankis buvo naudotas tik kaip kontrolė vykstantiems procesams, dabar šis įrankis suteikia galimybę analizuoti, kartoti ir stebėti informacijos srautus.

- „Gamyba pačiu-laiku 4.0“ (ang. *Just-in-Time 4.0*) – šis „Lean“ gamybos sistemos įrankis „Lean 4.0“ sistemoje yra tik patobulintas, pritaikant ir įdiegiant sensorius į gamybą, jog trūkstamomis medžiagomis turėtų rūpintis nuolatiniai tiekėjai, jiems gavus signalą, jog tam tikrų medžiagų ar komponentų kiekis pasiekė minimumą, jie privalo pristatyti papildomą partiją, jog būtų užtikrintas nuolatinis tiekimas.

Kaip pagrindas „Lean 4.0“ sistemai yra visi „Lean“ gamybos sistemos įrankiai, kurie yra tik patobulinami pritaikant „Pramonės 4.0“ metodus, įdiegiant dalinę ar visišką automatizaciją, sensorius ir kitus išmaniuosius įrenginius. „Lean 4.0“ sistemos pagrindas išlieka tas pat, pagrindiniai principai siejami su nuolatiniu tobulėjimu, vertės nekuriančių srautų šalinimu, svarbiausia yra tai, jog išlaikomos tradicijos, kurios tiek įmonei, tiek darbuotojams yra labai svarbios, nes tai sukelia mažesnę darbuotojų pasipriešinimą, kai yra diegiami tik patobulinimai, o ne nauja, nepažįstama sistema.

Didėjant konkurencingumui, gamybos apimtims ir intensyvumui, visos gamybinės įmonės stengiasi tobulinti visus gamybos proceso metu vykstančius procesus, užtikrindamos specifinių poreikių įgyvendinimą, kad būtų užtikrintas procesų tobulinimas įmonės naudojasi tokių sistemų pagalba: „Lean“, „Pramonė 4.0“, „Lean 4.0“ ar „Agile“ gamybos tobulinimo sistemomis [26]. Visų sistemų pagrindinis tikslas yra identifikuoti susidarančių atliekų šaltinį, jį pašalinti ir užtikrinti, jog šio tipo atliekos gamybos procesų metu nebesusidarytų, tam reikalinga pasitelkti įvairias gamybos tobulinimo sistemas, nes tik tuomet įmonės gali padidinti savo ekonominius rodiklius, pagerinti vykstančius procesus bei užtikrinti efektyvesnę medžiagų panaudojimą [26]. Kiekviena gamybos sistema yra reikalinga, nes tik taip įmonės geba užsitikrinti konkurencingumą, dėl didėjančio automatizavimo ir visų sistemų optimizavimo įmonės naudojasi ne tik tokiais metodais kaip „Lean“ bet ir naujesnėmis ir labiau automatizuotomis sistemomis kaip „Lean-Agile“ [26]. „Lean-Agile“ tai metodas, kaip ir „Lean 4.0“ kuris stengiasi įmonėse didinti optimizavimą ir gamybos automatizavimą procesų kūrimo metu, šis gamybos sistemos metodas stengiasi naudoti tuos pačius principus ir vertybės kaip ir „Lean“ gamybos sistema, bet juos automatizuojant ir kuriant inovatyvius gamybos metodus, jog būtų užtikrinti pagrindiniai įmonių tikslai: patenkintas klientas, didėjantis įmonės pelnas bei aukšta produktų kokybė [26]. „Lean“ gamybos sistemos pagrindiniai principai ir vertybės yra vertinamos ir „Lean-Agile“ gamybos sistemoje, nes abiejose sistemose stengiamasi efektyviai panaudoti turimus išteklius: medžiagas, žmones ir jų talentus, pinigus, įrengimus ir jų panaudojimo koeficientą, nes tik taip įmonė gebės prisitaikyti prie dinamiškos verslo aplinkos, prie nuolat besikeičiančių vartotojų poreikių [26]. „Agile“ principų sistema veiksda savarankiškai, ne kaip dviejų skirtingų koncepcijų bendra sąveika, taikydama įvairius principus, kurie yra orientuoti į komunikacijų gerinimą su užsakovais, bei stengiamasi, jog būtų užtikrintas sklandus bendradarbiavimas įmonės viduje, jog visi įmonėje vykstantys procesai vyktų geriau: būtų kuriami geresni ir glaudesni santykiai tarp darbuotojų ir vadovų, užtikrintas tikslesnis laiko planavimas, suteikiami mokymai, kaip elgtis, kai įvyksta neskaldumai, pavyzdžiui, projekto eigoje įvykus neplanuotam įvykiui, kiekvienas darbuotojas greičiau prisitaikytų ir rastų būdų išspręsti įvykusį neatitikimą [27].

„Agile“ principų sistema stengiasi užtikrinti [26]:

- kad išlaidos būtų sumažintos būtent tada, kada įmonei yra sunkūs metas, verslo nuosmukis;

- kad gamybos planavimas ir prognozavimas būtų efektyviai panaudojamas, jog būtų laiku pristatytas galutinis produktas;
- kad būtų skatinamas inovatyvių programų kūrimas, kuris naudotų, kiek įmanoma mažiau turimų įmonės iššteklių ir nereikalautų papildomų investicijų;
- kad remiantis prognozėmis, būtų sudaromi prelinimarūs gamybos procesų grafikai tam, jog būtų įvertintas medžiagų ir žaliavų poreikis.

„Agile“ principų sistema tiria ir aiškinasi visų organizacijos atsakymų į kylančius klausimus aktualumą, valdymo informacijos efektyvumą, jos panaudojimą, optimizavimą, greitį bei visų įmonės priimtų sprendimų būsimą ir esančią kokybę, naudą bei esantį ir būsimą aktualumą [26].

„Lean Agile“ tai dviejų skirtingų sistemų koncepcija, kurioje susiduria praktiškumas, visų tipų atliekų šalinimas iš procesų ir judrumas, gamybos optimizavimas, tokios sistemos integravimas į esančią gamybos sistemą ar procesus, padidintų gamybos procesų naudą, tai padėtų užtikrinti ne tik gamybą be atliekų, bet ir optimalesnį ir efektyvesnį įmonės reagavimą į rinkos pokyčius [28]. „Lean Agile“ tai dviejų sistemų bendra koncepcija, kai skatinamas praktiškumas ir judrumas, efektyvumas, optimizavimas, ši sistema skatina pašalinti visas pridėtines vertės nekurančias formaa tam, jog būtų sumažintas turimų sąnaudų naudojimas, jų efektyvesnis panaudojimas bei užtikrintų procesų vykdyma greičiau, visi šie procesų tobulinimai vykdomi atsižvelgiant į rinkos pokyčius bei klientų poreikius [28].

1.5. „Lean“ gamybos sistemos socialiniai, ekonominiai ir ekologiniai aspektai

Nors ir dvidešimt pirmasis amžius siejamas su dideliais gamybos greičiais, vis didėjančiu vartotojiškumu ir masine gamyba, tačiau vis svarbesnę vietą gamyboje užima ir aplinkosauginiai ir ekologiniai veiksniai, nes gamybos procese į aplinką yra išskiriama didelis taršalų kiekis, mažėjantys gamtinių žaliavų kiekiai ir kintantis klientų norai priverčia prisitaikyti ir tapti socialiai atsakingomis įmonėmis, nes tik tai yra raktas į konkurencingumo užsitikinimą, pagarbą ir klientų norą bendradarbiauti. Atsižvelgiant į šiuos veiksnius įmonės privalo galvoti, kaip gamybos procesą atlikti daug švariau ir ekologiškiau, mažiau kenkiant gamtai, o tai padeda užtikrinti ir „Lean“ gamybos sistemos įrankiai ir metodai: „Gamyba pačiu- laiku“, „Kaizen“, „Vertės srauto žemėlapis“ ir kt. [2] :

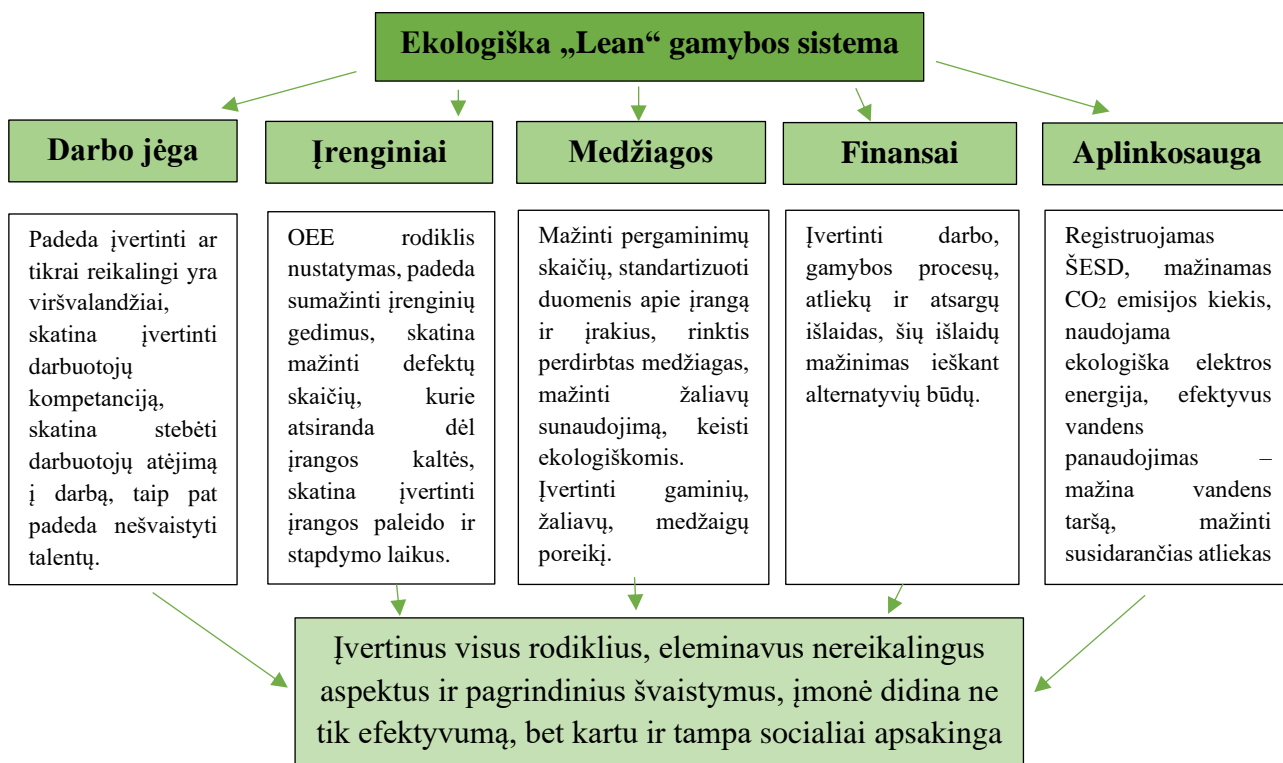
- „Gamyba pačiu-laiku“ – šis įrankis skatina ir moko kaip gaminti tik tada, kada reikia ir turėti žaliavų tik tada, kada yra poreikis, tai skatina, jog žaliavų pristatymas būtų atliekamas tik tam tikru laiku, o ne bet kada ir po vieną komponentą. Šis įrankis skatina daryti žaliavų užsakymus visam projektui, taip išvengiant papildomų transportavimų, kurie į aplinką išskiria CO₂, dėl kurių šiltėja klimatas, kai žaliavos yra pristatomos tada, kada reikia, yra mažiau išlaidų skiriama sandėliavimui ir reikalingas mažesnis sandėlių šildymas, todėl ir tai mažina kenksmingų medžiagų išsiskyrimą į aplinką. Teisingai ir pagal reikalavimus įdiegiant ir naudojant „Gamybos pačiu- laiku“ įrankį yra ne tik didinamas efektyvumas ir įmonės pelnas, bet ir atsižvelgiama į aplinkosaugą, užtikrinant mažesnę kenksmingų medžiagų patekimą į aplinką. Perteklinė gamyba yra vienas iš septynių didžiųjų atliekų tipų, tad kartu ne tik bus pašalintas ar sumažintas perprodukcijos švaistymų tipas, bet ir CO₂ emisijos kiekis, patenkantis į aplinką.
- „Vertės srauto žemėlapis“ – šis įrankis padeda identifikuoti bei aiškiai pavaizduoti ar iliustruoti gamybos neatitiktis ir atliekas, kurios atsiranda dėl įvairių veiksnių: dėl per mažos žmonių kompetencijos, dėl per mažai informacijos, dėl netinkamų įrankių ir įrenginių panaudojimo ir

pritaikymo, tad aiškus pavaizdavimas ir gautų duomenų apie neatitikimus analizavimas, srautų nevienodumo suvienodinimas gali sumažinti kenksmingų medžiagų patekimą į aplinką.

- „Kaizen“ tai metodas, kuris skatina nuolatinį tobulėjimą įtraukiant visų darbuotojų pasiūlymus, taip yra ne tik sutaupoma, bet ir įgyvendinamos genialios idėjos, pavyzdžiui, dėl atliekų tvarkymo, jų panaudojimo ir perdirbimo ar pergaminimo, tai labai naudinga aplinkosaugai, nes ne tik žaliavos yra saugomos, bet ir randama būdų kaip tikslingiau panaudoti gamybos neatitiktis.

Pagrindinis reikalavimas įmonėms yra efektyviai užtikrinti nuolatinį tobulėjimą, tačiau vis daugiau įmonių atsižvelgia ir į aplinkosaugą, todėl didėja poreikis sukurti tokią sistemą, kuri kurtų harmoningus santykius tarp „Lean“ gamybos sistemos ir ekologiškumo, tad analizuojant įvairią mokslinę literatūrą buvo nustatyta, jog visi principai, kurie yra susiję su ekologiškumu, gali papildyti „Lean“ gamybos sistema ir padėti dar labiau sumažinti atliekas bei kenksmingų medžiagų išsiskyrimą į aplinką [29].

Jog įmonės būtų ekologiškos reikia ne tik sumažinti CO₂ emisijos išsiskyrimą, bet ir įvertinti kitus „Lean“ gamybos sistemos aspektus, ypatingai atsižvelgti į įvertinant visus 7 švaistymų tipus, nes šie tipai tiesiogiai susieti su didėjančiu ŠESD, CO₂ emisija ir kitais rodikliais, kurie blogina gyvenimo sąlygas [29]. Išanalizavus ir pašalinus visus švaistymų tipus, įmonės gebės užtikrinti ekologiškesnę gamybą, tad įvertinti reikėtų tokius aspektus: darbo organizavimą, įrenginių apkrovimą, medžiagų panaudojimo koeficientus, finansus ir dar daug kt. aspektų, kurie susidaro esant nors vienam atliekų tipui [29].



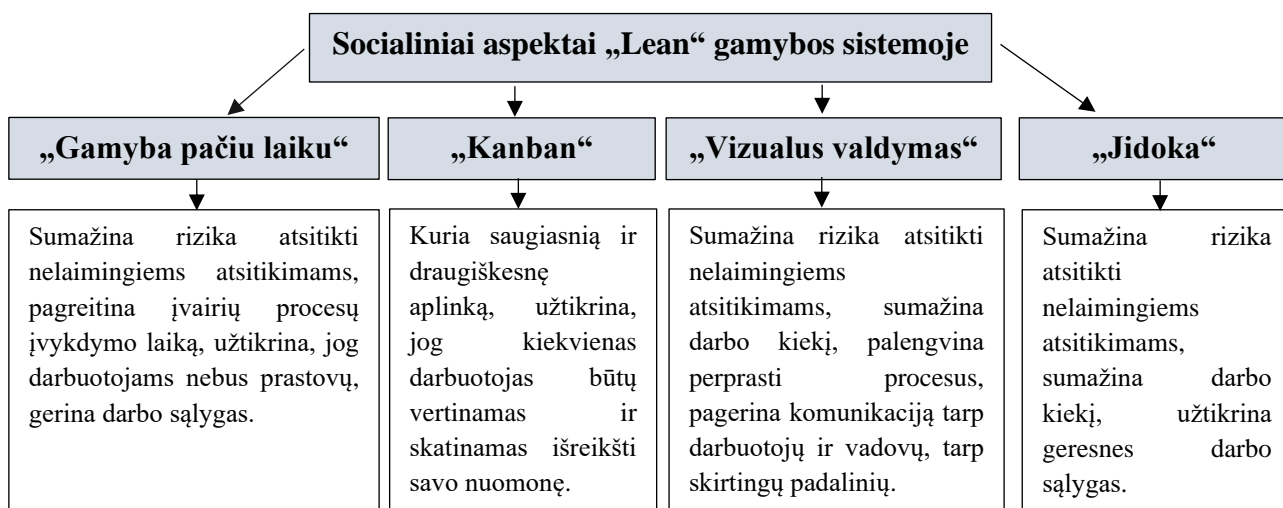
3 pav. Ekologiška „Lean“ gamybos sistema [šaltinis: parengtas darbo autorės pagal 29 literatūros šaltinius]

Tad įmonės, kurios įvertina ir atsižvelgia į ekologiją, aplinkosaugą, ne tik saugo ir tausoją aplinką, mažindamos CO₂ emisijos išsiskyrimą, mažinant ŠESD bei vandens taršą, parodo, kad tokiomis įmonėmis tiek darbuotojai, tiek užsakovai gali pasitikėti, nes tai įmonės, kurioms rūpi ne tik didėjantis pelnas ar efektyvumas, bet ir tai, kad aplinka, kurioje gyvename, taptų gražesne, tad vadovautis ekologiška „Lean“ gamybos sistema apsimoka.

„Lean“ gamybos sistema – metodas, kuriuo siekiama padidinti įmonės efektyvumą, šalinant visus atliekų tipus, tam panaudojant visus įmonės resursus siekiant užtikrinti nuolatinį tobulėjimą, todėl kai buvo išrasta garo mašina (Pramonės revoliucija 1.0) kartu buvo išrasti ir metodai, kurie kurtų harmoningus santykius tarp žmogaus ir įrenginio, užtikrinant, kad atlikti kažkokį darbą žmogui reikėtų panaudoti, kiek įmanoma mažiau energijos, taip užtikrinant nuolatinius ir ilgesnius darbo procesus, todėl vienas iš pagrindinių principų įrodančių harmoningą žmogaus ir įrenginio sąveiką yra „Jidoka“ metodas [30].

„Jidoka“ metodas skatino apjungti žmogaus ir įrenginio bendrą sąveiką, siekiant padidinti efektyvumui, tačiau, net ir robotai daro klaidas, dėl įvairių niuansų, kurie gali būti susiję su įrankio nusidėvėjimu, lūžiais ar elementariausiais aspektais, kai apdirbama detalė neteisingai pritvirtinama įrenginyje, dėl įrangos gedimo, tuomet visos operacijos yra atliekamos neteisingai. „Jidoka“ metodas, skatina ir moka, jog darbuotojas yra atsakingas už gamybos procesą ir esant gamybos neatitikimui, be vadovų leidimo gali sustabdyti gamybos procesus, taip išvengiant didesnių detalių kiekių, kurios būtų su defektais. „Jidoka“ metodas įmonės vadovus skatina pasitikėti darbuotojais ir leisti jiems patiems priimti sprendimus, o darbuotojas, kuris jaučia pasitikėjimą iš įmonės vadovų, efektyviau atlieka savo tiesioginį darbą, nes pasitikėjimas ir palaikymas kelia tik teigiamas emocijas, todėl tai naudinga ne tik pačiam darbuotojui, bet ir įmonės vadovams [30].

„Lean“ gamybos sistema rūpinasi darbuotojais ir jų gerove, nors ir iš pirmo žvilgsnio gali atrodyti, jog tai daro tik dėl didesnio efektyvo ir pelno didėjimo, tačiau taip nėra, kiekvienas „Lean“ gamybos sistemos metodas nuo „Jidoka“ iki „5S“ stengiasi užtikrinti saugią bei draugišką aplinką kiekvienam darbuotojui, nes, kad ir visos sistemos palaipsniui automatizuojamos, tačiau tų sistemų centru vistiek tampa žmogus, nes tik žmogus kuria, projektuoja ir valdo automatizuotas sistemas, nes iki šios nėra sukurtas toks dirbtinis intelektas, kuris prilygtų žmogui, todėl ir dvidešimt pirmajame amžiuje kalbama ne tik apie pagrindinius 7 didžiuosius švaistymo tipus, bet ir apie aštuntąjį – talentų švaistymą, nes gerų specialistų išmanančių savo darbą vis mažėja, todėl „Lean“ gamybos sistemos ir stengiasi, kurti patrauklesnes sąlygas, užtikrinant darbuotojų talento įvertinimą, bei stengiantis tokį darbuotoją išlaikyti [30,31].



4 pav. „Lean“ įrankių socialinis poveikis [šaltinis: parengtas darbo autorės pagal 30 ir 31 literatūros

Analizuojant socialinius aspektus svarbu paminėti tai, jog pagrindinis aspektas sėkmingam „Lean“ gamybos sistemos diegimui, pagrindinį vaidmenį vaidina – žmogus, nes „Lean“ gamybos sistema orientuojasi į žmones, lyderystę ir įmonės ir darbuotojų kultūrą, taip užtikrindama, jog visi darbuotojai rodytų iniciatyvą ištraukti į „Lean“ gamybos sistemos diegimą, nes tuomet ir pačios sistemos centras bus žmogus [32]. Lean gamybos sistema įpareigoja, jog kiekvienas darbuotojas atėjęs į savo darbo

vieta, gautų visus reikalingus įrankius, bei visą įrangą, kuri reikalinga atlikti tiesioginiam darbui [33]. „Lean“ gamybos sistema užtikrina, jog ne tik įrankiais ir įrangą darbuotojas būtų aprūpinamas, bet ir jam būtų suteikiami visi reikalingi apmokymai, užtikrinamas žinių kiekis, kurio reikės atlikti tiesioginį darbą bei suteikiamos visos galimybės pasikelti kompetencijų lygį. Nors ir „Lean“ gamybos sistema orientuota į nuolatinį tobulėjimą, bet kartu šios sistemos pagrindinis principas ir reikalavimas yra tas, jog visi nauji žmonės būtų integruoti į esančią sistemą, kiek įmanoma greičiau [33].

Kiekviena įmonė susiduria su daug skirtingų išorinių veiksnių, kurie gali būti susiję su vis didėjančia globalizacija, didėjančia konkurencija, per mažu lankstumu, mažėjančiu pelnu, stojančiu žaliavų tiekimu, didelėmis elektros energijos kainomis ir t.t., tačiau kiekviena įmonė supranta, jog norint išlikti konkurencingai kitų įmonių atžvilgiu, būtina mažinti kaštų panaudojimą arba didinti jų panaudojimo koeficientą, nes tai yra dinamiškos verslo būtinybė, nes tik tokios įmonės, kurios geba pagaminti daug produkcijos, efektyviai naudodamos kaštus geba užsitikrinti sėkmę [34].

Veinas iš pagrindinis „Lean“ gamybos sistemos principų yra gamyba be atliekų, kurioje būtų efektyviai išnaudojamos visos turimos medžiagos, maksimaliai išnaudojamas žmonių potencialas ir jų kompetencijų lygis bei visų tipų atliekų šalinimas iš visų gamybos procesų. Nagrinėjant visus septynis atliekų tipus, buvo įvertinta, jog pašalinus kiekvieną atliekų tipą įmonės pelnas padidės, nes, pavyzdžiui, jei yra pašalinamas transportavimo atliekų tipas įmonei nereikės mokėti už papildomus medžiagų, žaliavų, komponentų pristatymus, visi transportavimo procesai bus automatizuoti ir vyks pagal suplanuotą grafiką, taip išvengiant papildomo transportavimo, kai yra užtikrinamas nuolatinis tiekimas, įmonei nėra būtina užsisakyti reikiamas medžiagas iš anksto, jas sandėliuoti iki tol, kol bus gautas užsakymas, taip yra išvengiama papildomų kaštų, kurie būtų skiriami sandėliavimui, elektros energijai, darbuotojui ir t.t., išvengiant šių kaštų, įmonės pelnas didės [1, 35].

„Lean“ gamybos sistema skatina atsižvelgti į OEE (*Gamybos įrangos efektyvo*) rodiklį, įdieginėjant skirtingus „Lean“ gamybos sistemos įrankius, stabilizuojant procesus, įvertinant įrenginių apkrovas, papildomai apkraunant mažomis serijomis įrenginius, kurių OEE rodiklis yra per mažas yra užtikrinama, jog įmonės efektyvumas ir pelnas didėtų. „Lean“ gamybos sistema savo principais skatina reaguoti įrangos apkrovas, didinant gamybos greičius, produktyvumą, našumą ir nuolat didėjančią pelną, bei išlaikant aukštą produktų kokybę [36].

Aukšto gamybos našumo lygio užtikrinimas, kiekvienai įmonei tapo ypatingai svarbiu aspektu, nes tik taip įmonės gali būti konkurencingomis kitų įmonių atžvilgiu, o norint pasiekti aukštą našumo ir efektyvumo rodiklį gamybos kontekste įmonės turi keisti gamybos darbuotojų grafikus, didinti ir optimizuoti gamybos tempus bei didinti lankstumą ir gebėjimą prisitaikyti prie įvairių gamybinių netikėtumų [37]. Norint užsitikrinti sėkmę, labai svarbu, jog visi įrenginiai būtų apkraunami vienodomis apkrovomis bei svarbu užtikrinti aukštą gamybos pralaidumą, tai pasiekti be konkrečios gamybinės sistemos yra sudėtinga, todėl ir verta įvertinti ir įsidiegti „Lean“ gamybos sistemos įrankius, nes aukštas produktyvumas yra ne tik kelias į konkurencingumą ar sėkmę, bet ir į nuolatinį pelno didėjimą ir užsitikrinti galimybę augti ir plėstis [37]. Analizuojant įvairią literatūrą buvo nustatyta, jog kiekvienas „Lean“ gamybos sistemos įrankis prisideda prie ekonominių rodiklių didėjimo, nes sistema pati iš savęs jau skatina identifikuoti ir pašalinti įvairius atliekų tipus, bet ir skirtingi „Lean“ gamybos sistemos įrankiai yra orientuoti į tam tikras grupes, kurios specifiniais būdais prisideda prie ekonominių rodiklių gerėjimo [18, 35, 37, 38]:

- „SMED“ – skatina užtikrinti greitą įrenginių perdarinimo laiką, kuris neturėtų viršyti 18 sekundžių, tad šio įrankio įdiegimas į gamybą reikštų, jog įmonės gebės gaminti įvairius gaminius, net jei reikės pakeisti įrankius kelis kartus per dieną, tai įmonei leis užsitikrinti

lankstumą ir gebėjimą prisitaikyti prie įvairių kliento poreikių, todėl tai užtikrins didėjančią užsakymų skaičių. Kai yra užtikrinamas greitas ir teisingas įrankių perderinimas įmonė išvengia ir gamybinių neatitikimų, todėl į galutinį užsakymo konceptą nereikia investuoti papildomai laiko, kuris pareikalautų papildomų kaštų: laiko, medžiagų, finansų.

- „Gamyba pačiu-laiku“ – šio metodo įdiegimas įmonėje skatina, kurti harmoningus ir stabilius santykius su tiekėjais, užtikrinant nuolatinį reikiamų medžiagų ir komponentų pristatymą, tai užtikrina, jog įmonei nereikės skirti papildomų išteklių ieškant skirtingų tiekėjų. Taipbus mažinamas laikas, nes tai nebereikalaus papildomo laiko bendravimui ir sutarčių sudarymui, tai užtikrintų mažesnes laiko sąnaudas medžiagų pristatymui, todėl, kai yra turimi pagrindiniai tiekėjai, vadybininkai gali užsiimti kitomis veiklomis ir didinti įmonės efektyvumą ir pelno didėjimą kitais būdais.
- „5S“ – tai įrankis, kuris įmonei padeda pašalinti įvairius švaistymų tipus. Laukimo ir transportavimo švaistymų tipai siejami su skirtingomis apkrovomis, per ilgu ir neteisingu transportavimo maršrutu, prastovomis, tad „5S“ įrankis padeda efektyviau išnaudoti erdvę, pagaminti produkciją su mažiau defektų ar jų visai išvengti, taip pat pagreitina gamybos procesų laiką, nes nereikia ieškoti papildomų įrankių ar įrenginių, nes jie visi yra darbo vietoje ir tai padeda užtikrinti daug saugiasnį aplinką darbuotojams, o laimingas ir saugus darbuotojas pagamina geriau ir daugiau produkcijos, todėl tai didina įmonės pelną.
- „Kaizen“ – gamybos sistemos metodas padeda efektyviai panaudoti skirtingus darbuotojų gebėjimus ir jų įdėjas, pavyzdžiui, įmonės vadovai norėdami patobulinti procesus, žada investuoti didelius kaštus, tačiau darbuotojai, kurie su tuo procesu susiduria kiekvieną dieną gali turėti daug paprastesnių ir geresnių įdėjų, kurios gali reikalauti daug mažesnių finansų. Todėl kiekviena įmonė turi suprasti, kad nebūtinai brangūs konsultantai ir patarėjai turės pačius genialiausius sprendimus, kartais tik reikia įgalinti visus įmonės darbuotojus ir išklausti jų įdėjas ir įvairius pasiūlymus, kurie leistų pagerinti įmonėje vykstančius procesus ir padidinti įmonės ekonominius rodiklius.

Iš paminėtų įrankių jau galime nustatyti aiškia naudą įmonei: efektyvumo ir našumo didėjimą, kuris užtikrina stabiliai didėjančią pelną, saugesnius ir laimingesnius darbuotojus, kurie pagamina daugiau produkcijos bei užtikrina mažesnę gamybos neatitikčių skaičių, kiekvieno švaistymų tipo eliminavimas reiškia didesnę pelną, efektyviau panaudojamas medžiagas, didesnius produktyvumo koeficientus, todėl analizuojant skirtingas gamybos sistemas, galima teigti, kad nors ir „Lean“ gamybos sistema yra seniai žinoma, tačiau ji geba prisitaikyti prie esamos situacijos ir laikmečio, ir padėti užtikrinti įmonės konkurencingumą.

1.6. „Lean“ gamybos sistemos praktinis pritaikymas

„Lean“ gamybos sistema yra įvairių įrankių ir metodų visuma, todėl šią kokybės vadybos sistemą praktiškai galime pritaikyti visuose darbo zonuose, nuo tvarkingos darbo vietos, užtikrinant, jog taip bus pašalinami papildomi ir netikslingi judesiai iki didelių ir inovatyvių projektų, kurie pakeistų visą įmonės kultūrą. Maksimalus turimų išteklių panaudojimas, atliekų šalinimas iš visų įmonėje vykstančių procesų, visais laikais įmonėms buvo svarbu ir aktualu, todėl šis kokybės vadybos metodas buvo pradėtas taikyti įvairių specifikacijų įmonėse, nuo paslaugų sektoriaus iki gamybos.

Disciplina – pagrindinis dalykas, kurio reikalauja „Lean“ gamybos sistema, užtikrinant, jog sistemos diegimas būtų sėkmingas. Taikoma disciplina neturi prieštarauti ar keisti jau esančių įmonės vertybių, principų ar kultūros, nes kiekvienas pasikeitimas įmonėje darbuotojams kelia nepasitenkinimą ir pasipriešinimą, o tai sukurtų palankias sąlygas nesėkmingam „Lean“ gamybos sistemos įdiegimui.

Dėl „Lean“ gamybos sistemos lankstumo nėra vieno teisingo plano, kaip ši sistema turėtų būti įdiegiama, todėl rekomenduoja šią sistemą pritaikyti prie įmonės specifikos, gaminamos produkcijos ar teikiamų paslaugų, tačiau išanalizuojant skirtingą literatūrą, buvo nustatytos rekomendacijos, kokius veiksmus būtina įvertinti ir orientuotis, jog sistemos diegimas būtų sėkmingas [1]:

- visų vertės nekuriančių srautų identifikavimas;
- identifiкуotų vertės nekuriančių srautų pašalinimas;
- identifiкуotų vertės nekuriančių srautų atsiradimo priežasčių paieška, analizė bei pašalinimas;
- naudojant „Lean“ gamybos sistemą, įvairius įrankius ir metodus ieškoti naujų vertės nekuriančių srautų, kituose įmonės vykdomuose procesuose;
- duomenų rinkimas, jų analizavimas ir pristatymas darbuotojams.

Išanalizavus rekomenduojamus „Lean“ gamybos sistemos žingsnius, nustatyta, jog šią sistemą galima pritaikyti, bet kuriame įmonės procese, skyriuje ar padalinyje, nes gamybos neatitikimai atsiranda ne tik gamybos proceso metu, bet tai gali įvykti ir rengiant dokumentaciją, pateikiant ir sudarant gamybinius brėžinius, aprašant technologinį maršrutą, todėl šių žingsnių įdiegimas visuose darbo vietose yra rekomenduojamas ir skatinamas, nes tik taip bus užtikrinti sklandūs gamybos procesai.

„Lean“ gamybos sistema yra įvairių įrankių ir metodų rinkinys, todėl kiekvienas įrankis ir metodas gali spręsti skirtingas problemas ir būti pritaikomas skirtingos specifikacijos įmonėse [2, 17, 39, 40, 41]:

- „Gamyba-pačiu-laiku“ – pirminis tikslas buvo sumažinti du atliekų tipus: prastovas ir laukimą, kuris buvo vykdomas tik gamybos viduje, tačiau nustatant, šio metodo naudą įmonės viduje, metodas buvo išplėstas ir pradėtas taikyti ir iššoriniuose procesuose: medžiagų, žaliavų ar komponentų transportavime ir pristatyme, galutinio produkto transportavime, nustatyta, jog šis įrankis buvo pritaikytas visoje tiekimo grandinėje, kuri apima tiek pirkimo, tiek pardavimo ryšius. „Gamyba-pačiu-laiku“ prisitaiko ir prie kitų sistemų ir metodų: TQM (ang. *Total quality management*), TOC (ang. *Total Organic Carbon*), „Pramonė 4.0“, „Lean Agile“ ir kt., taip sukurdamą harmoningą sąjungą, kuri padeda ne tik pagerinti produktų kokybę, bet ir padeda sukurti didesnę kokybę tiekiant ir platinant produktus. „Gamyba-pačiu-laiku“ įmonės gali pritaikyti ne tik transportavimo procesuose, bet ir informacinėje struktūroje, nes sklandus ir efektyvus žinių perdavimas ir gavimas yra itin svarbus gamybiniuose procesuose, tad pritaikius šį įrankį informacinėje struktūroje bus daug lengviau apdorojama gauta informacija, kur tinkamu laiku, tuomet, kada ji bus reikalinga, bus teikiama būtent toje vietoje, kurioje ji yra reikalinga, pritaikant sensorių sistemą įmonės ne tik galės informaciją sklandžiai perduoti, bet ir tiekėjai gaus reikalingą informaciją apie trūkstamus furnitūros komponentus, medžiagas. Šis metodas taip pat gali būti taikomas ir kaip būdas sumažinantis CO₂ emisijos išsiskyrimą į aplinką bei mažinantis ŠESD.
- „Kanban“ – metodas, kuriuo buvo siekiama įgyvendinti ir patenkinti „Toyota“ poreikius, kuris padeda prisitaityti prie dinamiškos verslo aplinkos prie besikeičiančių rinkos sąlygų, tačiau įmonių naudojančių šią sistemą tik daugėjo ir jų specifikacijos buvo skirtingos, todėl pirminis „Kanban“ modelis tapo netinkamu, tai kėlė nesklandumų sėkmingam šios sistemo diegimui, nes ši sistema sunkiai pritaikoma, kai: rinkos paklausa ir pasiūla nėra stabilios, procesų laikai yra nestabilūs, operacijos nėra standartizuotos, įrenginiai ir darbuotojai dirba ne vienodomis apkrovomis, daug skirtingų medžiagų ir tiekėjų, todėl „Kanban“ sistema vis tobulėjo prisitaikydama prie skirtingų įmonių poreikių todėl buvo nustatyti skirtingi tipai pagal panaudojimą: originali „Kanban“

sistema, kuri buvo taikoma ir „Toyota“ vadyvos sistemoje, „Kanban“ sistema, kurios veikimo principai yra kitokie lyginant su pradine „Kanban“ sistema, tobulesnė ir lankstesnė sistema nei pradinė „Kanban“ sistema, originali sistema yra pranašesnė, nes dabartinė pasižymi trūkumais, pagal adaptacijos išbandymo būdus. Dauguma šios sistemos kvalifikacijų turi kelis ir daugiau originalių „Kanban“ metodų principų, kurie yra susiję pagrindiniais šios sistemos principais. „Kanban“ sistema gali sudaryti harmoningą sąjungą su „Pramonės 4.0“ įrankiu – „Debesų kompiuterija“, veikdamos šios sistemos kartu galės padėti rinkti informaciją apie kontroliuojamas ir vykdomas operacijas, saugoti jų istoriją, padėti nustatyti neatikčių atsiradimo dažnį, kas prieš tai buvo neįmanoma, nes pirminis „Kanban“ įrankis negebėjo saugoti ir kaupti informacijos. Būtent „Debesų kompiuterija“ padeda pašalinti šias neefektyvumo priežastis.

- „Vizualus valdymas“ – tai įrankis, kuris dėl spalvų panaudojimo visą reikalingą informaciją padeda padaryti aiškiai matoma, pavyzdžiui, darbuotojai dirbantys skirtinguose cechuose privalo vilkėti skirtingos spalvos marškinėlius, tuomet vizualiai bus galima nustatyti, jei darbuotojas patektų ne į savo skyrių, taip užtikrinant, jog darbuotojai be reikalo nepalikėtų savo darbo vietos. „Vizualaus valdymo“ panaudojimas įmonėje padeda užtikrinti bendradarbiavimą tarp skyrių, skaidrumą, greitesnį integravimąsi į darbo poziciją.

Įvertinti tik keli pavyzdžiai, kaip „Lean“ gamybos sistemos įrankiai geba pritaikyti prie skirtingų situacijų, kiekvienas sistemos įrankis padeda išspręsti ne po vieną įmonėje esančią problemą, todėl „Lean“ gamybos sistema pasižymi lankstumu ir jos integravimas į jau esančią sistemą padeda užtikrinti dar didesnių naudų gavimą.

Tačiau, kad ir kiek „Lean“ gamybos sistema gali pasiūlyti privalumų, tačiau kiekvienai įmonei prieš diegiant šią sistemą svarbu suvokti, kad tai ilgas ir sudėtingas procesas, nes dideli pokyčiai užtrunka gana ilgą laiko tarpą, taip pat svarbu suprasti, jog diegimas gali nepavykti, nes nauja gamybos sistema kelia didelį darbuotojų pasipriešinimą, nes yra kuriamos naujos darbo sąlygos, todėl darbuotojams gali būti sunku prisitaikyti prie naujovių, todėl viena iš užduočių vadovams yra supažindinti visą personalą, kam ir kodėl sistema yra reikalinga įmonei.

2. X baldų įmonės analizė: charakteristika ir gamybos procesai

2.1. Baldų įmonės X charakteristika: istorija, misija, vizija, vertybės

Aukšta produktų kokybė, individualūs dizainai, funkcionalumas, inovatoriškos galimybės – tai savybės, kurios apjungiamos į bendrą visumą, kurią plėtoja tarptautinę X baldų įmonę, kurios produktai plėtojami ne tik Lietuvoje ar Europoje, bet ir visame pasaulyje: Australijoje, Šiaurės ir Pietų Amerikos žemynuose.

Kaip teigia pagrindiniai investuotojai, ši įmonė jau nuo pat pirmų dienų turėjo aiškų planą ir idėją, jog gamins analogų neturinčius baldus parduotuvėms, viešbučiams, tinkliniams restoranams bei kitoms komercinėm ar paslaugų patalpoms, todėl gaminami baldai yra vienetiniai arba gaminama mažomis, nuolat pasikartojančiomis serijomis. Tad dėl didelių investicijų, aiškaus plano ir genialių idėjų įmonė savo veiklą įregistravo ne taip ir seniai, 2018 metų žiemą, tačiau dėl inovatoriškų galimybių, įgavo pagreitį ir pradėjo tiekti baldus užsakovams iš visos Europos.

Įmonė X geba kurti inovatoriškus ir analogų neturinčius produktus, dėl to, jog įmonę sudaro trys visiškai skirtingi apdirbimo cechai: metalo apdirbimo cechas, medžio apdirbimo cechas bei plastiko apdirbimo cechas, šiuose apdirbimo cechuose yra inovatyvūs įrenginiai, kurie leidžia prisitaikyti prie įvairių užsakovo norų bei užtikrinti aukštą produktų kokybę.

X baldų įmonė gali pasiūlyti baldus ne tik iš įvairių medienos drožlių plokščių, bet ir medžio masyvo, įvairių metalų, pavyzdžiui, aliuminio, taip pat gaminius iš plastiko ar net pasiūlyti komponentus, kurie yra gaminami pasitelkiant 3D spausdinimo technologiją.

Įmonės misija, vizija, tikslai:

Įmonės vizija yra kurti analogų neturinčius baldus visame pasaulyje, atsižvelgiant į socialius, ekologinius ir gamtosauginius aspektus – užtikrinant jog įmonė būtų socialiai atsakinga.

Įmonės misija užtikrinti, jog būtų tęsiama sėkminga įmonės plėtra ne tik visoje Europoje, bet ir visame pasaulyje, užtikrinant ne tik didėjančią pelną bei gerėjančią reputaciją, bet ir sukuriant naujas darbo vietas įvairių sričių specialistams: medžio, plastiko ir metalo sričių atstovams, taip užtikrinant dar didesnę apyvartą, atsižvelgiant ir į socialius, ekologinius, gamtosauginius aspektus.

X baldų įmonės pagrindiniai tikslai:

- užtikrinti aukštą gaminių ar komponentų kokybę;
- kurti naujas, patrauklias, gerai apmokamas darbo vietas įvairių sričių specialistams: medžio, plastiko bei metalo sričių atstovams;
- užtikrinti įmonės finansinį stabilumą, taip kuriant saugią aplinką ir užsakovams, ir įmonės darbuotojams;
- apjungiant medžio, plastiko bei metalo komponentus sukurti unikalų, analogų neturinčią produktą;
- užtikrinti, jog būtų laikomasi visų įstatymų, visuomeninių ir moralinių principų, pagrindinių vertybių bei kurti pagarbų požiūrį tiek į klientą, tiek į darbuotoją;
- būti socialiai atsakingai įmonei, užtikrinti ir vykdyti žiedinę ekonomiką, saugoti gamtą, mažinti atliekas bei į orą išsiskiriančias taršias emisijas, tausoti žaliavas, keičiant jas jau perdirbtomis medžiagomis.

Pagrindinės X baldų įmonės vertėybės:

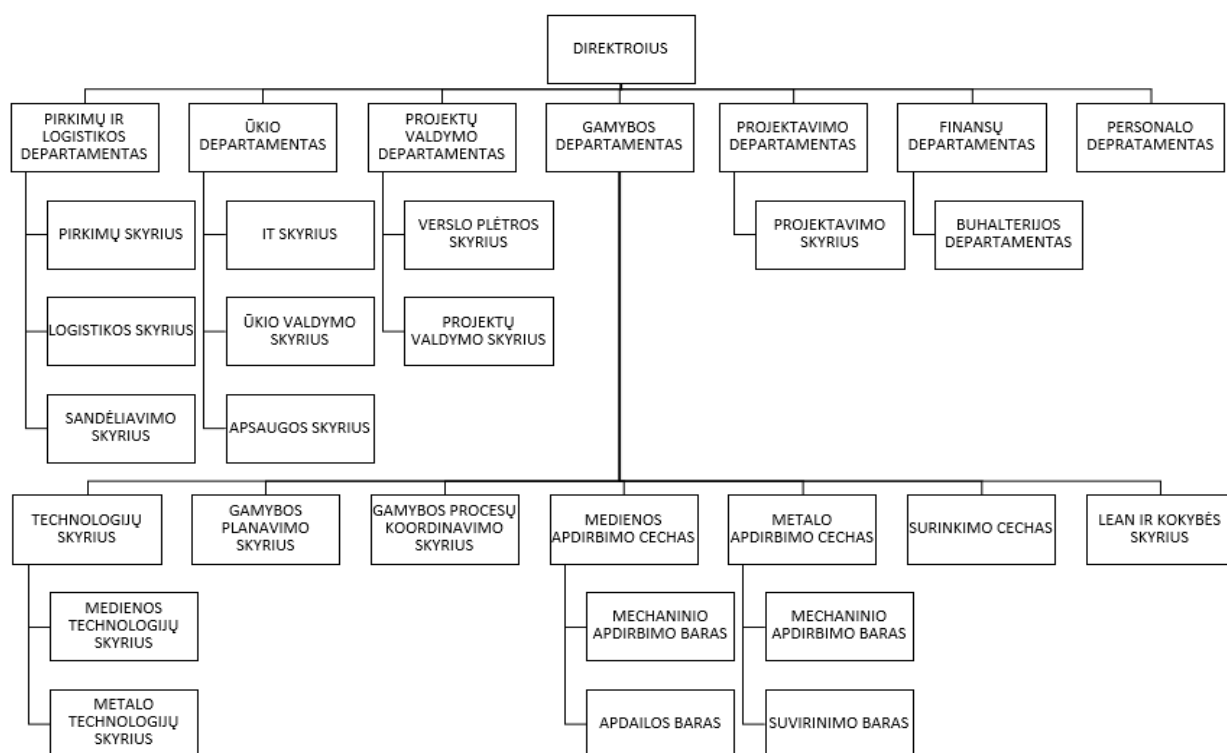
Vakarietiškas požiūris. Laisvė, originalumas, lyčių lygybė tiek darbo pozicijos klausimu, tiek darbo užmokesčio dydžiu, pagarba. Pozityvi darbo kultūra, leidžianti įsitraukti į įmonės vystymą ir plėtojamą visiems įmonės darbuotojams.

Nuoširdūs santykiai tiek su užsakovais, tiek su įmonės darbuotojais. Užtikrinama, jog su visais žmonėmis tiek darbuotojas, tiek vadovais būtų kuriami draugiški bei nuoširdžius santykiai, kuriant pasitikėjimą, saugią aplinką, mokantis, klausiant ar ieškant patarimo.

Inovacijos ir beribis kūrybiškumas. Nėra blogų idėjų, todėl net ir keisčiausia mintis ar idėja privalo būti išklaudyta, nes galbūt tai nauja galimybė pasiekti dar geresnių rezultatų, todėl kiekviena idėja turi būti išgirsta.

Saugi aplinka. Užtikrinti, jog įmoneje būtų tik draugiški ir nuoširdūs santykiai, taip leidžiant darbuotojui jaustis saugiai ir stabiliai, nes laimingas darbuotojas – didesnis efektyvumas.

X baldų įmonės organizacinė struktūra yra sugrupuota taip, jog konkretūs įgudžiai, žinios ir patirtys yra suskirstyti į tam tikras, specifines grupes ar padalinius, kurie yra reikalingi, jog būtų užtikrintas sklandus gamybos planas. Kiekviena grupė turi tam tikrą ir gana konkrečią užduotį, pavydžiui, pirkimų skyrius yra atsakingas už visas reikalingas medžiagas, žaliavas ir komponentus, jog būtų užtikrintas sklandus gamybos procesų vykdymas. Kiekvienas padalinys yra glaudžiai susijęs, nes, pavyžiui, kai yra gautas aiškus produkto užsakymas, gamybos planavimo skyrius sukuria užsakymą, nustato gamybos pabaigos terminą, pristatymo užsakovui terminą, kitiems skyriams yra duotas aiškus signalas iki kada turi būtų pateikti brėžiniai, kuriai datai turi būti nupirktos ir pristatytos gamybos žaliavos, medžiagos ar komponentai, nes priešingu atveju produktas nebus pagamintas nustatyta datai ir nepasieks kliento laiku.



5 pav. X baldų įmonės organizacinė struktūra [šaltinis: sudarė darbo autorė]

Kaip matome iš **5 pav.** Įmonės organizacinę struktūrą sudaro septyni skirtingi padaliniai, kurie yra suskirstyti į dar mažesnius skyrius, dar labiau sukonkretinant jų darbo specifiką:

- Pirkimų ir logistikos departamentas, kuris yra atsakingas už medžiagų, žaliavų, komponentų pristatymą, taip pat atsakingas už galutinių produktų transportavimą, atsakingas už reikalingų transporto priemonių užsakymą, jų maršrutą ir taip pat už visas medžiagas, jų apskaitą, likučius esančius sandėliuose;
- Ūkio departamentas, tai skyrius kuris atsakingas už visas IT technologijas, kompiuterius, spausdintuvus ir t.t, taip pat šis skyrius rūpinasi ne IT technologijomis, bet ir visais cechuose esančiais įrenginiais, jų technine priežiūra, detalių užsakymų ir pakeitimų, bei šiam skyriui priklauso ir apsaugos skyrius, kuris rūpinasi, jog būtų užtikrintas tiek darbuotojų, tiek įmonės saugumas;
- Projektų valdymo departamentas šis skyrius yra atsakingas už užsakymų priėmimą, klientų konsultavimą, klientų poreikių analizavimą, jų įgyvendinimą, vykdymą ir stebėjimą, taip pat už užduočių parengimą, jog sekantys departamentai galėtų parengti reikalingą medžiagą gamybos procesams. Šis skyrius taip pat yra atsakingas už verslo plėtrą, įmonės žinomumo didinimą, reputacijos gerinimą, atstovavimą sponсорams.
- Gamybos departamentas tai skyrius, kuris yra didžiausias ir yra suskirstytas į mažesnius skyrius, kurie turi konkrečias gamybines užduotis, tokias kaip gamybos plano sudarymas, gamybos terminų, pristatymo datų nustatymų, technologinių procesų sudarymu ir aprašymu, visų gamybinių procesų kordinavimu, ir žinoma šiam skyriui priklauso ir gamybos procesų vykdymas ir įgyvendinimas, kuris yra suskaidytas į skirtingus apdirbimo cechus, medžio apdirbimo cechą, metalo apdirbimo cechą, šie cechai yra atsakingi už gaminio gamybos procesus, ir perdavimo sekančiam – surinkimo cechui, kuris yra atsakingas už galutinį produkto surinkimą bei pakavimą. Taip pat gamybos departamento skyrius yra atsakingas ir už produktų kokybę, jų patikrą.
- Projektavimo departamentas yra atsakingas už pasitvirtinimo brėžinių perdavimą klientui, jų koregavimą pagal kliento poreikius ir tik tuomet projektavimo departamento darbuotojai ruošia gamybinius brėžinius, už kurių perdavimą gamybos departamentui šis skyrius ir yra atsakingas. Taip pat šis skyrius atsakingas už korekcijų, kurias pateikia gamybos atstovai vykdymą ir įgyvendinimą koreguojant brėžinius.
- Finansų departamentas yra atsakingas už pinigų pervedimus už paslaugas, medžiagų, žaliavų komponentų pirkimo sąskaitas, už transporto sąskaitas, darbo užmokesčio skaičiavimus ir kt. aspektus, kurie yra susiję su pinigų srautais, jų pervedimais.
- Personalo departamentas yra atsakingas už gerų santykių palaikymą tarp visų departamentų, organizacinius darbus, darbuotojų aprūpinimą kanceliarinėmis priemonėmis, darbuotojų atostogų planų ir grafikų tvirtinimus taip ir už naujų darbuotojų paiešką, jų įdarbinimą ir t.t. Taip pat šis skyrius atsakingas už informacijos sklaidą įmonėje.

Įmonėje darbas yra organizuojamas taip, jog beveik visi administracijos darbuotojai dirba penkias dienas per savaitę, nuo pirmadienio iki ketvirtadienio dirba nuo 8:00 val. iki 17:00 val. ir turi 45 laisvas minutes, kurios yra skirtos pietų pertraukai, o penktadienį administracijos darbuotojai dirba nuo 8:00 val. iki 16:00 val., gamybos darbuotojų darbo grafikai yra šiek tiek kitokie, nes gamybos, nes gamyboje dirbantys asmenys pietauja tik 30 minučių, todėl jie dirba 8:00 val. iki 16.30 val. Taip visi įmonės darbuotojai turi trumpas, 15 minučių trukmės pertraukėles, kurios yra vykdomos po pirmųjų dviejų darbo valandų, o sekanti pertraukėlė vyksta po šešių darbo valandų.

2.2. X baldų įmonės gamybiniai procesai

X baldų įmonės gamybiniai procesai prasideda anksčiau nei, kai paruošti gamybiniai brėžiniai su technologinių maršrutu patenka pas meistus, kiekvienas procesas vykstantis prieš tiesioginę gamybą yra labai svarbūs, nes be tokių procesų nebus užtikrinta, jog galutinis produktas laiku bus pristatytas užsakovui, todėl sėkmingam produkto realizavimui reikalingi ir tokie procesai kaip:

- kūrimas – projektavimas tai procesas, kurio metu yra gauna reikalinga informacija iš klientų, reikalavimai apie medžiagiškumus, kokius kokybės reikalavimus turi atitikti galutinis produktas, kada, kur ir kiek turi būti pristatyta pagamintų produktų ir t.t. Kai užduotis yra jau suformuota, sekantis žingsnis – projektavimas. Projektavimas vykdomas pasitelkiant kompiuterinę įrangą, tokią kaip „Autodesk Inventor“, „Autodesk AutoCAD“, „Autodesk 3ds Max“ bei kt. kompiuterinėmis technologijomis. Skirtingos programos naudojamos todėl, kad, pavyzdžiui, naudojant „Autodesk 3ds Max“ yra paprasta parengti vizualizacijas, kaip atrodys galutinis gaminio vaizdas tam tikroje patalpoje, tai kartais padeda rengiant pasitvirtinimo brėžinius klientams. „Autodesk Inventor“ ir „Autodesk AutoCAD“ yra naudojamos, kai reikia nubraižyti 2D ir 3D brėžinius, nes pavyzdžiui, naudojant „Autodesk AutoCAD“ yra daug lengviau parengti patalpų planus, elektros išplanavimą ir t.t., o naudojant „Autodesk Inventor“ yra patogiau braižyti baldus, kurie yra tiek iš metalinės konstrukcijos, tiek iš medinės, tiek iš plastinės, taip pat naudojant šią programą patogiau parengti aiškius brėžinius gamybai.
- planavimas – šis procesas vykdomas kartu su kūrimo – projektavimo procesais, nes taip yra lengviau ir aiškiau nustatyti gamybos terminus bei galutinę pristatymo datą klientui, planuojant gamybinius procesus yra naudojama ERP sistema „Monitor ERP System“, taip pat ši sistema yra naudojama stebėti žaliavų, medžiagų likučius sandėlyje, taip pat, į šią ERP sistemą yra suveda visą informaciją apie medžiagų poreikį konkrečiam užsakymui, pagal kurį pirkimų skyrius gali vykdyti pirkimus. Šis procesas susideda ne tik iš duomenų suvedimo į ERP sistemą, bet ir technologinių procesų sudarymo, technologinės įrangos konstravimo, apdirbimo laikų nustatymo, apdailų normos ir medžiagų parinkimo. Šis skyrius glaudžiai susijęs su pačia gamyba, gamybiniais procesais.

Ir po plavimo proceso seka patys svarbiausi įmonės procesai – gamybiniai. Kadangi įmonė sudaryta iš skirtingų cechų, gamybiniai brėžiniai ir technologinės kortelės su technologiniais maršrutais naudojant ERP sistemą patenka į reikalingus cechus, kuriuose meistrai patikrina gautą informaciją, jei yra poreikis atspaudina ir paskirsto užduotis tam tikriems cechams. Kiekvienas cechas yra suskirtas į skirtingus, specifinius cechus, kartu įtraukiant ir surinkimo cechą:

- medienos mechaninio apdirbimo cechas (medienos apdirbimo cechas);
- medienos šlifavimo cechas (apdailos cechas);
- apdailos cechas (apdailos cechas);
- plastiko apdirbimo cechas (plastiko apdirbimo cechas);
- metalo mechaninio apdirbimo cechas (metalo suvirinimo cechas);
- nerūdijančio plieno suvirinimo cechas (metalo suvirinimo cechas);
- juodojo plieno suvirinimo cechas (metalo suvirinimo cechas);
- miltelinio dažymo cechas (metalo suvirinimo cechas);
- surinkimo cechas (surinkimo cechas);
- pakavimo cechas (surinkimo cechas).

Cechas	Cecho kodas	Gamybos baras	Gamybos baro kodas	Lyderių zonos	
Medienos apdirbimo cechas	1CW	Medienos mechaninio apdirbimo baras	1CWMA	Pjovimo lyderio zona	1C1
				Preso ir briaunavimų lyderio zona	1C2
				CNC centrų lyderio zona	1C3
Apdailos cechas	2CW	Medienos šlifavimo baras	2CWSL	Šlifavimo staklių lyderio zona	2C1
				Rankinio šlifavimo lyderio zona	2C2
		Apdailos baras	2CWAP	Dažymo lyderio zona	2C3
Plastiko apdirbimo cechas	3CP	Plastiko apdirbimo baras	3CPMA	Plastiko apdirbimo lyderio zona	3C1
Metalo apdirbimo cechas	4CM	Metalo mechaninio apdirbimo baras	4CMMA	Lakštų pjovėjų ir lenkimo lyderio zona	4C1
				Vamzdžių pjovėjų ir lenkimo lyderio zona	4C2
				Tekinimo ir frezavimo lyderio zona	4C3
Metalo suvirinimo cechas	5CM	Juodojo plieno suvirinimo baras	5CMJP	Juodo plieno suvirinimo lyderio zona	5C1
				Juodo plieno šlifavimo lyderio zona	5C2
		Miltelinio dažymo baras	5CMVD	Miltelinio dažymo lyderio zona	5C3
		Nerūdijančio plieno suvirinimo baras	5CMNP	NP suvirinimo lyderio zona	5C4
				NP šlifavimo staklėmis lyderio zona	5C5
Surinkimo cechas	6CS	Surinkimo baras	6CSSU	Surinkimo lyderio zona 1	SU1
				Surinkimo lyderio zona 2	SU2
				Elektrikų lyderio zona	EL1
		Pakavimo baras	6CSPA	Pakavimo lyderio zona 1	PA1
				Pakavimo lyderio zona 2	PA2

6 pav. X baldų įmonės skirtingų cechų ir cechų pasiskirstymas [šaltinis: sudarė darbo autorė]

Technologinio proceso struktūra priklauso ir nuo skirtingų cechų, nes kiekviename ceche vyksta specifiniai procesai būdingi tik tam tikram cechui, pavydžiui, medienos ceche atliekamos šios technologinės operacijos:

- Pjovimas (LMD, MDP, HPL, medžio masyvo ir kt. medžiagų) – Lukšto paruošimas – Lukšto lukšto siūvimas – Lukšto presavimas – Kalibravimas – Kraštų apdirbimas – CNC apdirbimas – Stalių surinkimas (Sendinimas, rankinis briaunavimas, rankinis lukšto klijavimas, kiaurymių grėžimas, surinkimas ir kt. procesai, kuriuos sunku atlikti pasitelkiant įrenginius) – Šlifavimas (ši operacijos jau priklauso Apdailos cechui) – Padengimas apdailos medžiagomis (ši operacijos jau priklauso apdailos cechui).

Metalų cechui būdingos šios technologinės operacijos:

- Lakšto, vamzdžio, strypo ar kt. medžiagų pjovimas – grėžimas – tekinimo operacija – vamzdžio, lakšto lenkimas arba lakšto, vamzdžio valcavimo operacijos – šlifavimas: rankinis, naudojant stakles – Suvirinimas (MIG, TIG, lazerinis suvirinimas) – Rankinis šlifavimas – Miltelinis dažymas.

Plastiko cechui būdingos šios technologinės operacijos:

- Plastiko pjovimas – Plastiko klijavimas.

Surinkimo cechui būdingos šios technologinės operacijos:

- Elektros komponentų surinkimas – aptraukimas audiniu – gaminio surinkimas – galutinė kokybės patikra – gaminių pakavimas – komponentų pakavimas.

Gamybiniai technologiniai procesai pateikti 5 paveikslėlyje.

2.3. SSGG (SWOT) analizė

SWOT analizė, kitaip nei PEST analizė padeda daug aiškiau išanalizuoti įmonės vidines stiprybes ir silpnybes, šios analizės rezultatai padeda išsiaiškinti ir įvairias išorines galimybes, kurios padėtų dar labiau optimizuoti ir vystyti procesus ir SWOT analizė padeda ne tik išsiaiškinti išorines galimybes, bet ir grėsmes, kurios įmonei kyla iš išorės, ši analizė yra tinkama stebėti verslo aplinką, lengviau įvertinti esamą situaciją įmonėje, žinoti esančias galimybes ir jomis pasinaudoti, bei žinant grėsmes, jų išvengti, stiprinant silpnasias įmonės savybes [42].

2 Lentelė. X baldų įmonės SSGG (SWOT) analizė [šaltinis: parengta darbo autorės pagal 42 šaltinį]

<p>VIDINĖS STIPRYBĖS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Įvairių konstrukcijų gaminiai (metalo, medžio, plastiko gaminiai); • Įmonėje taikomi inovatyvūs gamybos procesai, nauji įrenginiai, naujausios technologijos; • Aukšta gaminių kokybė; • Įmonė daug dėmesio skiria aplinkosaugai, todėl yra socialiai atsakinga; • Individualių, pagal užsakymą, gaminamų produktų gamyba; • Analogų neturintys gaminiai visame pasaulyje; • Dėmesys klientui, patarimai dėl dizaino, technologijų. 	<p>VIDINĖS SILPNYBĖS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vėluojantys gamybos terminai; • Furnitūros, detalių, medžiagų trūkumas; • Surinkimo ceche nėra aišku, kur kuris gaminy ar gaminių grupė yra surenkama; • Darbuotojų nenoras įsitaukti į vykstančius procesus; • Susidaro daug gamybinių neatitikčių surinkimo ceche; • Per maža kokybės patikra; • Informacijos sklaidos trūkumas.
<p>IŠORINĖS GALIMYBĖS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Galimybė pritaikyti pačias naujausias apdirbimo technologijas, dėl esančių įvairių gaminių; • Dėl palankio įmonės vietos, patogų bendradarbiauti ir pristatyti baldus visoje Europoje; • Naudojantis jūros transportu patogų pristatyti baldus ir į Pietų ar Šiaurės Amerikų žemynus; • Dėl didelės produktų paklausos, galimybė plėstis ir statyti antrą gamybinių fabriką; • Didelė medžiagų, žaliavų pasiūla. 	<p>IŠORINĖS GRĖSMĖS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kintantys klientų ir tiekėjų reikalavimai; • Konkurentų siūlomi pigesni, patrauklesni produktai dėl greitesnių gamybinių terminų; • Kadangi, naudojamos įvairios medžiagos sunku suderinti nuolatinį tiekimą, nes nėra aišku, koks konkrečios medžiagos poreikis bus ateityje; • Sunku konkuruoti su tokiais įmonėmis, kaip „IKEA“.

Atlikus SWOT analizę nustatyta, jog įmonė turi daug įvairių vidinių stiprybių, kurios padėtų ateityje užtikrinti aukštą produktų kokybę, vystymasi ir plėtimasi, tačiau atliekant šią analizę nustatyta, kad įmonė turi ir gana didelį sunkumą, dėl kurių produktai vėluoja ir didžioji dalis neatitikimų įvyksta surinkimo ceche.

2.4. Surinkimo cechų: gamybinių neatitiktųjų identifikavimas, jų atsiradimo priežastys

Atlikus SWOT analizę nustatyta, jog beveik visos vidinės silpnybės yra susijusios su surinkimo procesu, todėl klausimas iškyla kodėl būtent šiame ceche atsiranda tiek daug gamybinių neatitiktųjų ir kodėl dėl šio cecho darbo rezultatų yra vėluojama pristatyti gaminius užsakovui. Stebint ir analizuojant šio cecho veiklą, bei konsultuojantis su šio cecho vadovu, meistrais, bei technologais buvo nustatyta, jog šis cechų dirba itin mažu našumu, dėl tam tikrų priežasčių:

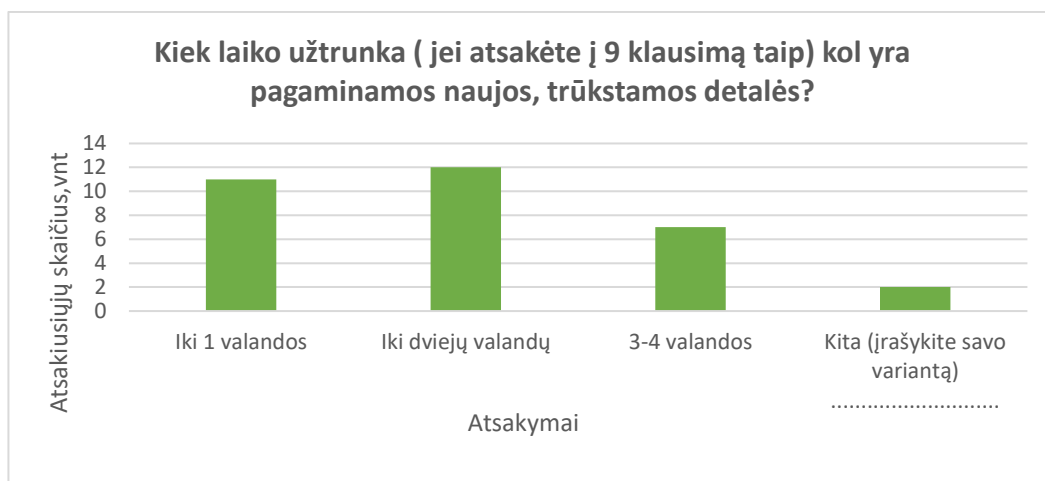
- Kadangi detalės į šį cechų patenka iš trijų skirtingų cechų ar net cechų, jos beveik visada atgabenamos pavienėmis detalėmis, kartais net be gamybos užsakymo kodo, todėl darbuotojas – surinkėjas pirmiausiai turi perskaityti gamybinius brėžinius, tuomet atrasti detales, kurios yra tinkamos būtent tam gaminiui, kurį jis šiuo metu surinkinėja. Tačiau ties tuo problemos nesibaigia, nes būna ir tokių atvejų, kad detalės yra užmirštos atgabenti į surinkimo cechų, dėlto jų niekas neranda ir tenka šias detales pergaminti.
- Kita problema yra tai, jog ne tik detales darbuotojas turi pats susikomplektuoti, bet ir išanalizavus brėžinį, pats nueiti iki sandėlio ir susirinkti reikiamą furnitūrą, audinį ir kitas medžiagas reikalingas galutinio proceso surinkimui.
- Surenkant baldą, dažnai yra užmirštama apie elektros komponentų komplektavimą, nes tai daro surinkėjai-elektrikai, kurie dėl didelio darbo kiekio dažnai surinktų elektros komponentų nepristato į galutinio surinkimo vietą, ar net vėluoja, nes nežino kada ir kurį užsakymą šiuo metu daryti, todėl dažnai surinkėjams tenka laukti elektros komponentų, dėlko ir ilgėja gamybos ir pristatymo terminai.
- Surinkimo cechų yra neaiškiai sugrupuotos, nėra aišku, kur yra kuri darbo zona, taip pat šiame ceche trūksta tvarkos, teisingo ir aiškaus daiktų rūšiavimo, dėl to yra daug sudėtingiau rasti reikiamus įrankius.
- Dėl to, jog darbuotojai patys susirenka reikiamus furnitūros komponentus, jų parasčiausių ir elementariausių komponentų tiksliai niekas neskaičiuoja, todėl gana dažnai atsitinka taip, jog surenkant galutinį gaminį pastebima, jog pritrūksta pačių paprasčiausių furnitūros komponentų tokių kaip: dygiai, įvairūs medsraigčiai, vinukai ir t.t., todėl ilgėja surinkimo laikas, nes trūksta furnitūros elementų, nes pirmiausia reikia tuomet juos užsakyti ir laukti kol tiekėjas pristatys, tačiau tai gali užtrukti, ir ne visada tiekėjas gali užtikrinti, jog reikiama furnitūra bus pristatyta tą pačią dieną, vos tik gavus užsakymą.

Taip pat siekiant išanalizuoti visas kylančias problemas surinkimo ceche, buvo apklausti ne tik vadovai, meistrai ir technologai bet ir išsiaiškinama darbuotojų nuomonė apie patį surinkimo procesą, apie tai, kiek užtrunka laiko konkrečioms gaminiams surinkti, supakuoti, kiek laiko užtrunka furnitūros komponentų, todėl buvo panaudotas kiekybinis tyrimas, kurio metu buvo išsiaiškinti konkretūs skaičiai, kiek laiko, kuris procesas trunka, o tyrimui atlikti buvo pasirinktas apklausos metodas [43].

Apklausa buvo atliekama apklausiant surinkimo cecho darbuotojus, apklausos metu visiems buvo išdalinti anonimiški apklausos klausimynai ir buvo prašoma išsakyti savo nuomonę skirtingais klausimais. Gauti duomenys buvo apibendrinti naudojant apibendrinimo metodą, duomenis interpretuojant ir analizuojant pasitelkiant diagramas ir vizualius metodus, jog aiškiai būtų matomi gauti rezultatai. Atlikus apklausą, buvo gauti 33 žmonių atsakymai apie surinkimo ceche vykstančius procesus, rezultatai susisteminti ir pateikti žemiau.

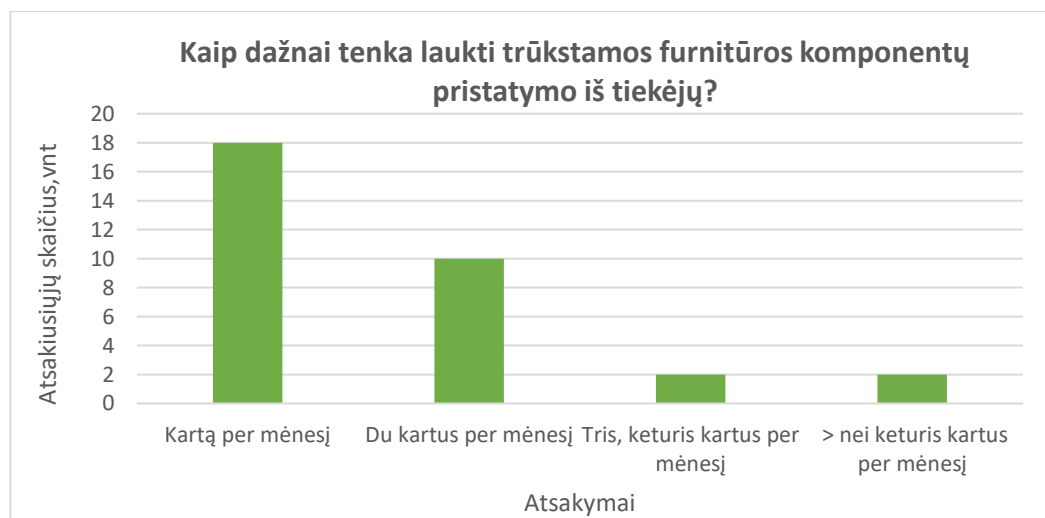
Analizuojant gautus rezultatus, buvo išsiaiškinta, jog 33 surinkimo cecho darbuotojai furnitūros kompletavimui per dieną skiria 670 minučių, o tai lėtina surinkimo proceso laiką, dėl kurio dažnai yra vėluojama pristatyti galutinį produktą klientui nustatytu laiku.

Tačiau analizuojant gautus rezultatus pastebėta, jog ne tik užtrunka, kol yra randamos ir pristatomis į surinkimo cechą visos reikalingos detalės, tačiau dažnai pasitaiko ir torkių atveju, jog reikalingų detalių nepavyksta rasti ir tenka tas detales gaminti iš naujo, o tai ir vėl reikalauja papildomo laiko dėl, kurio ilgėja gaminio surinkimo laika.



7 pav. Laikas, per kurį pagaminamos trūkstamos detales [šaltinis: sudarė darbo autorė pagal apklausos rezultatus]

Taip pat nustatyta, jog gana dažnai atsitinka taip, jog trūkstamos furnitūros nėra sandėliuose ir ją reikia pristatyti tiekėjams, ir tokių atvejų pasitaiko pagal rezultatus gana dažnai, o tokios prastovos labai ilgina surinkimo proceso laiką, tai įmonei yra ypač nenaudinga.



8 pav. Prastovos, dėl trūkstamos furnitūros komponentų [šaltinis: sudarė darbo autorė pagal apklausos rezultatus]

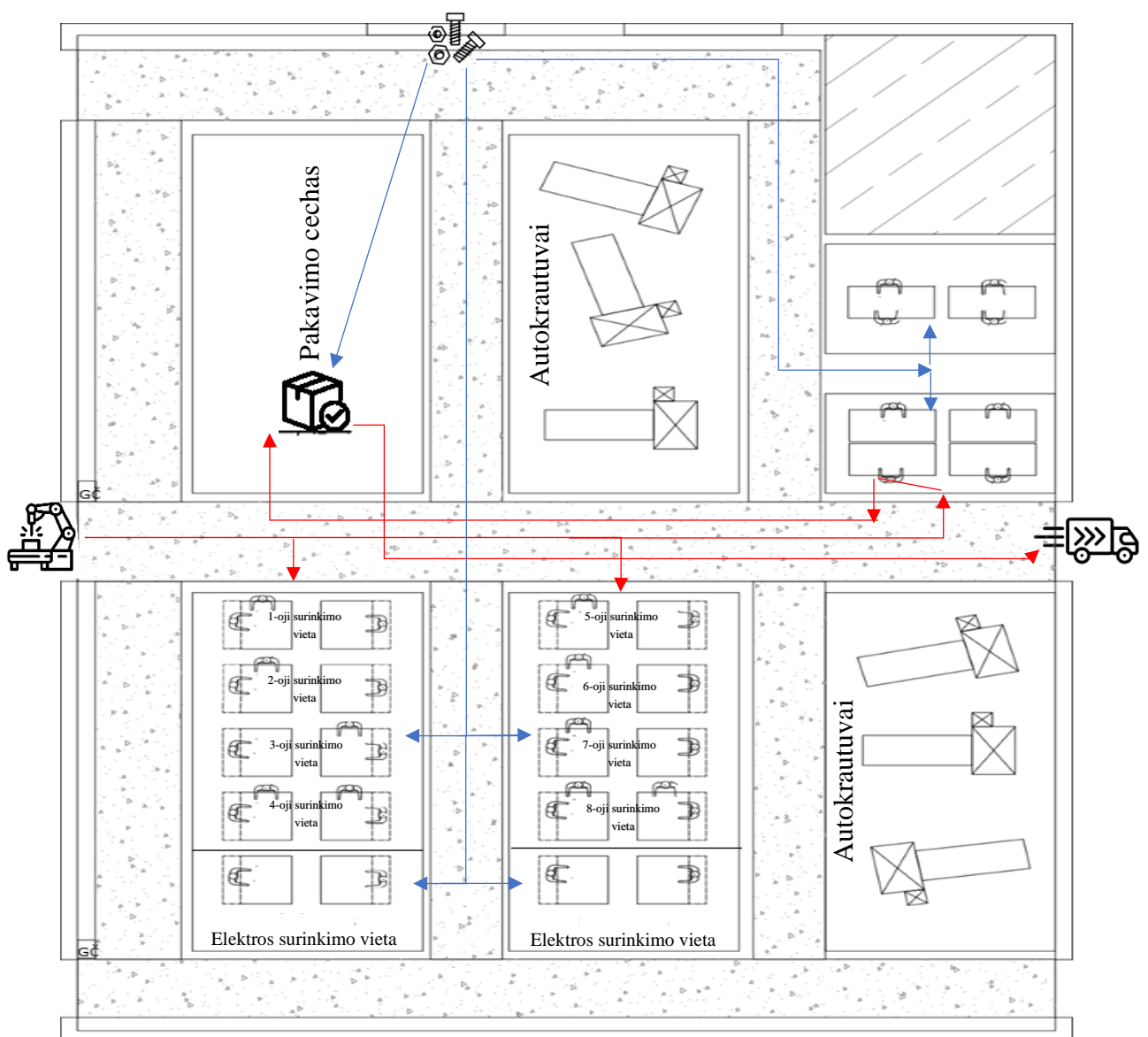
Po pokalbio su cecho vadovu, meistras ir technologais, buvo nustatyta tai, jog surinkimo procesai negali vykti slandžiai, nes darbuotojai patys turi susirinkti visą reikalingą furnitūrą ir komponentus, todėl surinkimo procesas išilgėja nuo valandos iki dviejų valandų, o finansiškai nėra naudinga, nes tai kainuoja gana didelius pinigus ir dėl ilgėjančio proceso, todėl mažiau laiko lieka teisingam ir

kokybiškam procesui, o tokiu atvejų, gali pasitaikyti neatitikimų ir pavavimo ceche. Taip pat buvo nustatyta, kad ne tik dėl komponentų nepristatymo į surinkimo vietas kyla problemų, bet ir dėl to, jog dažnai trūksta furnitūros komponentų, dėl kurių taip pat surinkimo procesas lėtėja o kartais net visai sustoja, o tai nėra naudinga įmonei, nes kiekviena diena laukiant furnitūros ar komponentų pristatymo iš tiekėjų kainuoja labai didelius pinigus, nes tiek ir darbuotojų efektyvumas mažėja, tiek ilgėja gamybos laikas, o darbuotojams vistiek reikia mokėti algas, nors ir gaminiai nėra surinkinėjami.

Kadangi, įmonė nori užtikrinti aukštą produktų kokybę bei gaminių pristatymą laiku, būtina rasti būdus, kurie padėtų išspręsti šiame ceche esančias problemas, nes kitu atveju įmonė nebegalės išlikti konkurencinga.

Visi apklausos rezultatai pateikti **2 priede**.

2.5. Surinkimo cechas prieš „Lean“ gamybos sistemos įrankių ir metodų teorinio modelio įdiegimą



9 pav. X baldų įmonės surinkimo cechas prieš „Lean“ gamybos sistemos įdiegimą [šaltinis: sudarė darbo autorė]

Kaip matome iš srautų, jų judėjimas yra labai panus, nes surinkimo cechasis išdėstytas ne pagal technologinį srautą : mechanis apdirbimas, surinkimas, pakavimas ir galutinis išvežimas, dadar detalės ir gaminiai kai yra atvežami iš mechaninio apdirbimo keliauja į pradinį mazgų surinkimą, tuomet keliauja į kitą cecho pusę, kur yra galutinis gaminio surinkimas, tuomet grįžta į cecho pradžia, nes ten yra pakavimas ir tuomet vėl yra transportuojamos į kitą cecho pusę, kurioje yra galutinis produkto išvežimas (detalių judėjimas surinkimo ceche pažymėtas raudona spalva). Taip pat nustatyta, jog per didelė cecho vietos dalis yra skirta autokrautuvų laikymui, todėl erdvė yra neišnaudojama efektyviai. Taip pat furnitūros jūdėjimas surinkimo ceche yra ne efektyvus, nes tiems darbuotojams, kuriems furnitūra ir jos komponentai yra patys reikalingiausi, turi vežtis toliausiai todėl tai mažina surinkimo efektyvumą (furnitūros jūdėjimas surinkimo ceche žymimas mėlina spalva).

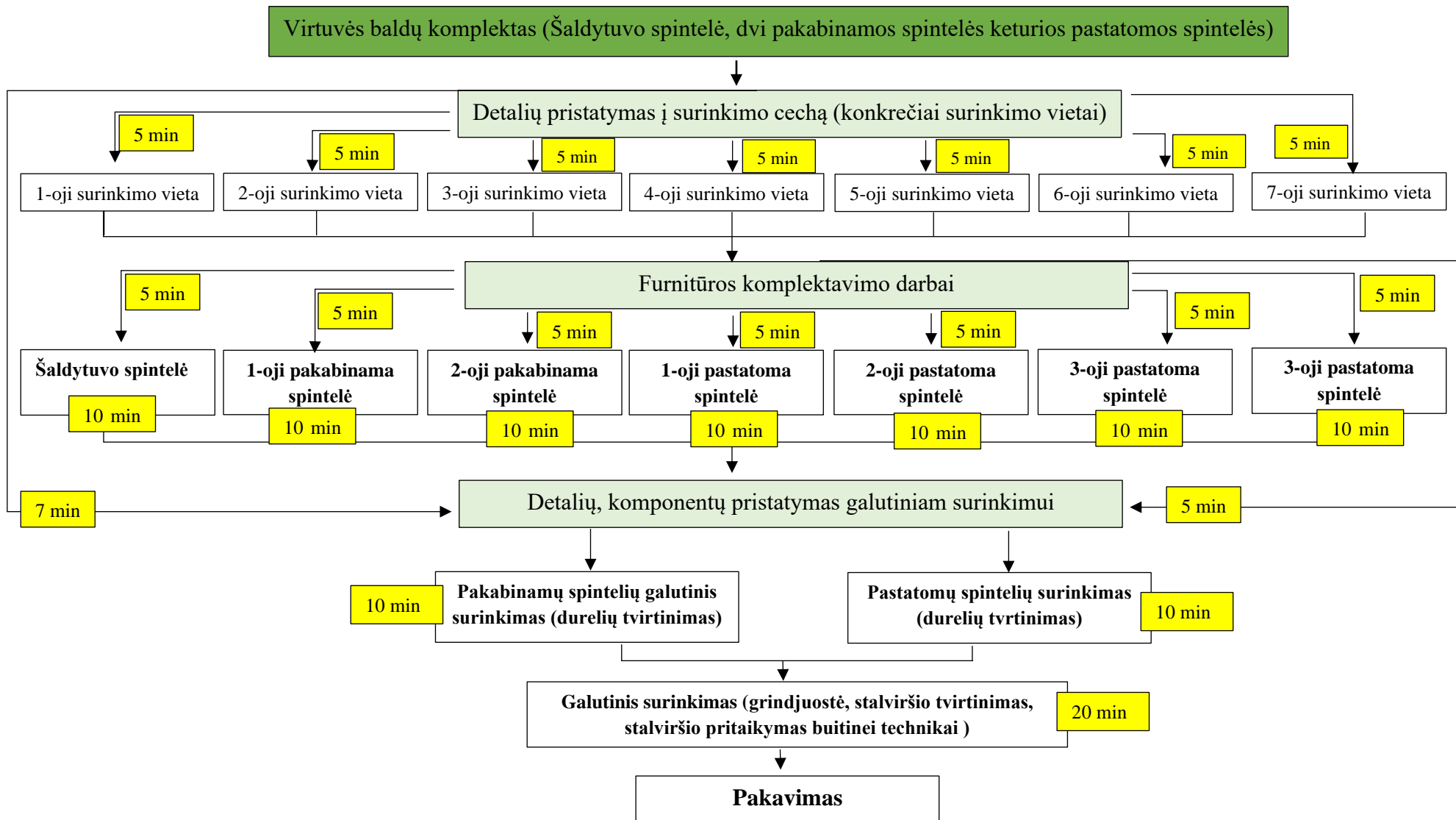
2.6. Gaminio surinkimo laiko normos prieš „Lean“ gamybos sistemos įdiegimą

Analizuojant konkretų gaminį, virtuvės baldų komplektą, kurį sudaro trys pakabinamos spintelės, trys pastatomos spintelės bei spintelė šaldytuvui, buvo įvertinta, kiek laiko užtrukta tokį gaminį surinkti, apskaičiuotas laikas – neefektyvumas, vien detalių ir furnitūros kompletavimui surinkimo cecho darbuotojai užtruko 70 minučių, o tai yra labai ilgas laiko tarpas, dėl kurio mažėja įmonės efektyvumas, našumas, pelnas bei dėl to užsakymai nėra pagaminami laiku. Surinkimo laikai pateikti pagal realų gaminio surinkimo laiką.

Surinkimo cechui surinkti spinteless atskiomis dalimis trūko 70 minučių, tuomet dar 20 minučių trūko surinkti spinteles į bendrą visumą ir galutinis visų komponentų surinkimas į bendrą visumą (spintelės, grindjuostė, apšvietimas) trūko dar 20 minučių. Sekanti operacija pakavimas.

Bendras gaminio surinkimo laikas nuo detalių atsivežimo, furnitūros kompletavimo iki pakavimo yra 192 minutės.

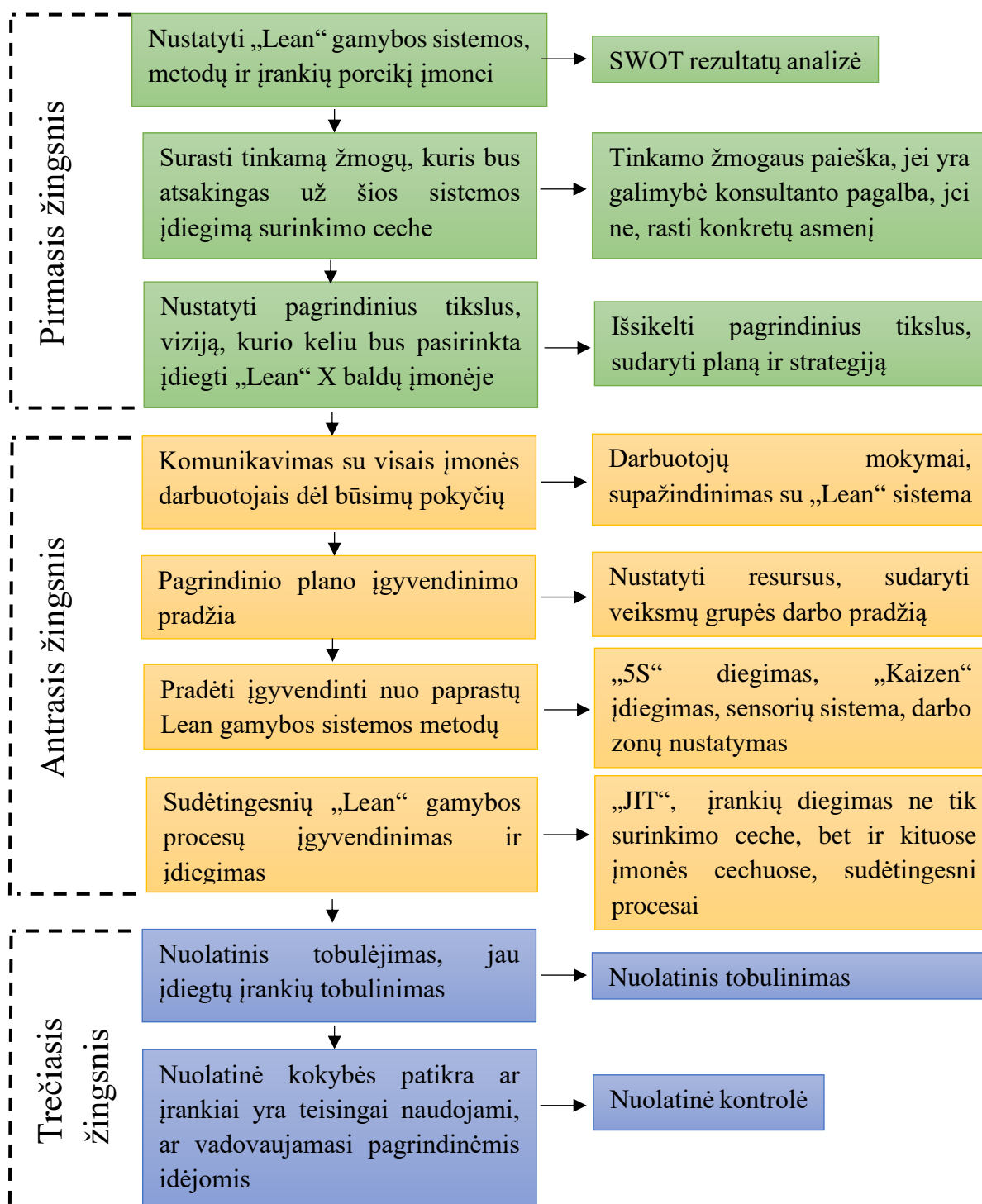
Viso transportavimui skiriama laiko 82 minutės.



10 pav. Gaminio surinkimo laiko normos prieš „Lean“ gamybos sistemos įdiegimą [šaltinis: sudarė darbo autorė]

2.7. X baldų įmonės surinkimo cecho tobulinimo teorinis modelis

Po problemų identifikavimo buvo išsiaiškinta, jog įmonėje, surinkimo ceche, reikia optimizuoti vykstančius surinkimo procesus, kitu atveju gaminiai užsakovui bus pristatomi nuolat vėluojant, tai mažintų būsimų klientų pasitikėjimą, o norint įdiegti surinkimo cecho patobulumus svarbu, jog įsitrauktų visi įmonės darbuotojai, todėl pats tinkamiausias būdas yra „Lean“ gamybos sistemos metodų ir įrankių įdiegimas įmonėje, nes tai metodas, kurį daugelis darbuotojų žino, todėl tai keltų mažesnę darbuotojų pasipriešinimą nei kad diegiant kitą, visiškai naują gamybos sistemos metodą [44].



11 pav. „Lean“ diegimo teorinis modelis X baldų įmonėje [šaltinis: sudarė darbo autorė pagal 44 šaltinį]

„Lean“ gamybos sistemo diegimo surinkimo ceche teorinis modelis suskirstytas į mažesnius žingsnius, jog sukeltų dar mažesnę visų įmonės darbuotojų nepasitenkinimą ir keltų kiek įmanoma mažiau blogų emocijų, kurios mažintų įmonės efektyvumą, o įdieginėjant „Lean“ gamybos sistemos metodus ir įrankius mažais žingsniais bus užtikrintas sėkmingas šios sistemos diegimas [44].

2.7.1. Rekomendacijos kaip įgyvendinti Lean gamybos sistemos teorinį modelį X baldų įmonei

Išanalizavus tiek gautos apklausos rezultatus, tiek SSGG (SWOT) analizės rezultatus nustatyta, jog labai svarbu standartizuoti surinkimo ceche vykstančias operacijas, nes šiuo metu, būtent dėl surinkimo cecho procesų įmonės darbuotojai negali užtikrinti sklandaus surinkimo proceso, nes vis pasitaiko tokių atvejų, jog trūksta furnitūros komponentų, darbuotojai užtrunka ieškodami konkrečių gaminių detalių skirtinguose cechuose, todėl iškelti šie pagrindiniai tikslai, kurie padės užtikrinti įmonės konkurencingumą ir nuolatinį pelno didėjimą:

1. supažindinti darbuotojus su „Lean“ gamybos sistemos įrankiais ir metodais;
2. standartizuoti ir patobulinti surinkimo ceche vykstančius procesus;
3. užtikrinti, jog būtų vadovaujama gamybos ir pristatymo terminais, ir produktai būtų laiku pristatyti užsakovui;
4. užtikrinti nuolatinį tobulėjimą, mokymasi ir aukštą produktų kokybę.

Šiuos tikslus rekomenduojama įgyvendinti vadovaujantis „Lean“ gamybos sistemos teoriniu modeliu:

Pirmasis žingsnis, šio žingsnio metu siekiama išanalizuoti SSGG (SWOT) analizės rezultatus, vadovaujantis šiuo modeliu rekomenduojama rasti tinkamiausią žmogų ar žmonių grupę, kurie tiesiogiai rūpinsis Lean gamybos sistemos įrankių ir metodų įdiegimu, nes kai yra konkretūs žmonės, šios sistemos diegimas tampa sėkmingesnis, nes paskirti žmonės jaučiasi atsakingais ir gali įsitaikyti į sistemos diegimą visu šimtu procentų. Taip pat kaip ir kiekvienas patobulinimas, ir naujos sistemos diegimas turi turėti aiškų tikslą, viziją, nes kiekvienas žmogus norės stengtis dėl to, jog būtų pasiektas pagrindinis tikslas, priešingu atveju, darbuotojai nežinos dėl ko stengtis ir, koks turėtų būti galutinis rezultatas.

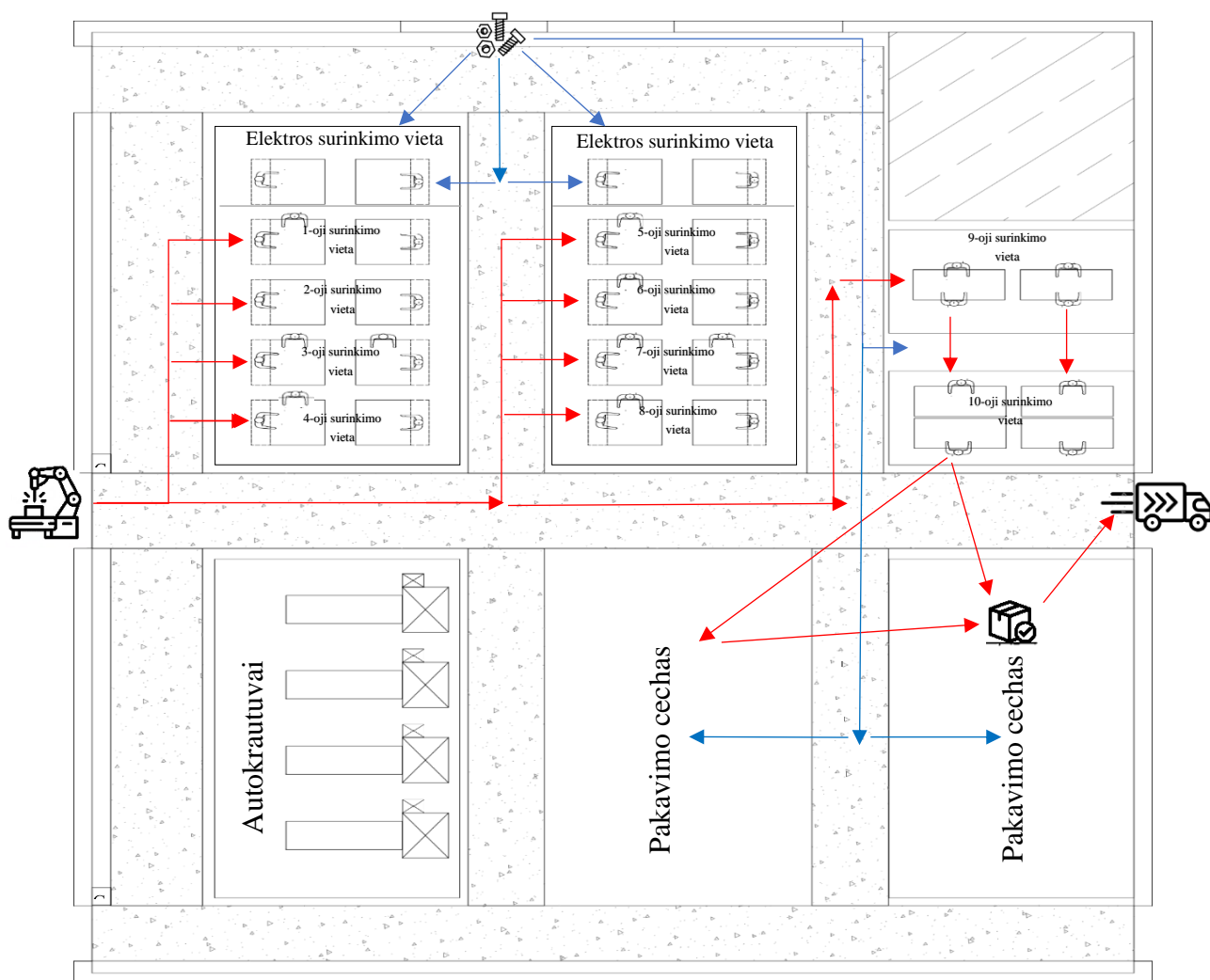
Antrasis žingsnis, tai žingsnis, kurio metu visi įmonės darbuotojai yra supažindinami su laukiamais pokyčiais bei pačia „Lean“ gamybos sistema, taip užtikrinant, kiek įmanoma mažesnę darbuotojų pasipriešinimą naujos sistemos diegimui. Kaip ir kiekvienas projektas, tai ir šis turi turėti aiškia diegimo pradžia, tad būtent antrame žingsnyje ir yra pradedami įgyvendinti surinkimo cecho patobulinimai. Antrojo žingsnio metu yra pradeda įdiegti ir pagrindiniai „Lean“ gamybos sistemos įrankiai ir metodai, pirmiausiai rekomenduojama pradėti nuo pačių paprasčiausių ir lengviausiai suprantamų įrankių gamybos darbuotojams, pavyzdžiui, „5S“ įrankio ar „Kanban“, nes tai įrankiai, kuriuos darbuotojai lengviau priims, o tai jiems kels mažesnę nepasitenkinimą vykstančiais pokyčiais. Kai jau paprasčiausi įrankiai yra įdiegti, rekomenduojama įdiegti ir sudėtingesnius tokius kaip „JIT“ ir kt.

Trečiasis žingsnis, tai žingsnis, kurio metu skatinamas nuolatinis tobulėjimas, naujų sprendimo paieška, kuri dar labiau patobulintų surinkimo procesą, taip pat šis žingsnis siekamas ir su nuolatine kokybes kontrole, kuri yra atliekama tiek gaminiams, tiek jau įdiegtiems „Lean“ gamybos sistemos įrankiams.

„Lean“ gamybos sistemos pagrindinis tikslas yra pašalinti visus nuostolius, tiek susidarančius gamybos metu, tiek pristatymo, tiek procesų valdyje, todėl prieš diegiant „Lean“ gamybos sistemą, svarbu įvertinti ir išanalizuoti esama situaciją, nes priešingu atveju, šios gamybos sistemos diegimas gali būtų nesėkmingas. X baldų įmonėje diegiant „Lean“ gamybos sistemą buvo nustatyti pagrindiniai nuostoliai, dėl kurių įmonės konkurencingumas mažėja ir įmonė negali užtikrinti nuolatinio pelno didėjimo, tad pagrindiniai nuostoliai yra susiję su transportavimu, laukimu, ir judesiais, todėl atsižvelgiant į šiuos patiriamus nuostolius X baldų įmonei rekomenduojama įdiegti šiuos „Lean“ gamybos sistemos įrankius ir metodus:

1. pirmasis įrankis, kurį siūloma įdiegti X baldų įmonėje yra „5S“.
2. antrasis įrankis, kuris yra rekomenduojamas yra „Kaizen“, nes ne tik vadovai turi genialių minčių, kaip vykdyti ir standartizuoti procesus
3. trečiasis įrankis, kuris rekomentuojamas X baldų įmonei „Kanban“.
4. ketvirtasis žingsnis, kuris užtikrintų nuolatinį tiekimą yra „JIT“ metodo diegimas įmonėje.
5. penktasis žingsnis užtikrinti nuolatinį tobulėjimą.

2.7.2. Surinkimo cechas po „Lean“ gamybos sistemos įrankių ir metodų teorinio modelio įdiegimo



12 pav. X baldų įmonės surinkimo cechas po „Lean“ gamybos sistemos įdiegimo [šaltinis: sudarė darbo autorė]

Po „Lean“ gamybos sistemos teorinio modelio įdiegimo, cechas pasikeitė tiek darbo zonų padėtimi, kuri yra patogesnė ir efektyvesnė norint greičiau ir lengviau transportuoti detales, furnitūrą ar komponentus. Pakeista pakavimo darbo zona, nes yra patogiau pakavimo darbo vietą priskirti, kiek įmanoma arčiau galutinio išvežimo, nes taip detalės judės scematiškai. Pakeista elektros surinkimo vietą į arčiausią vietą, esančią prie furnitūros sandėlio, nes elektros surinkėjai daugiausiai dirba su įvairiais elektros komponentais, todėl didinant jų darbo efektyvumą, jiems reikalingas patogus furnitūros transportavimas, išvengiant transportavimo ir laukimo atliekų švaistymo tipų.

Pergrupuojant X baldų įmonės surinkimo cechą buvo sumažintos autokrautuvų zonos, nes jiems buvo skiriama per daug vietos, nes sutvarkius ir sudėliojus teisingai, jiems užtenka dvigubai mažiau, nei kad turėjo prieš tai, jų vieta skiriama pakavimo cechui, kuris prieš pergrupavimą turėjo per mažai vietos.

Po cecho perplanavimo galime nustatyti aiškesnius detalių srautus, kurie vyksta palaisniui link galutinio išvežimo, nei vienai detalei netenka grįžti į ankstesnę surinkimo darbo zoną, todėl taip išvengiama transportavimo ir laukimo atliekų švaistymų tipų (raudonai pažymėtą detalių judėjimo schema).

Furnitūros transportavimas po surinkimo cecho perplanavimo tampa ženkliai efektyvesnis, nes darbuotojai, kuriems reikalinga furnitūra yra arčiausiai furnitūros sandėlio, todėl ir pristatymo laikas trunka mažiau, taip mažėja ir laukimo nuostoliai (furnitūros srautai pažymėti mėlyna spalva).

3. „Lean“ gamybos sistemos diegimo teorinio modelio pasiūlymas X baldų įmonei

Išanalizavus tiek apklausos gautus rezultatus, tiek bendraujant su surinkimo cechų vadovais, meistrais ir technologais buvo nustatytos pagrindinės problemos esančios surinkimo ceche: sudėtinga rasti furnitūrą, jos nuolat trūksta, sudėtinga rasti surinkinėjamo baldo detales, kurių kartais net nepavyksta rasti, todėl jos reikalauja papildomo laiko – pergamininui, ceche trūksta tvarkos, ne vienodos darbuotojų apkrovos, gaminiai nėra surinkinėjami vienu metu, nes darbuotojai nežino tiksliai, kada koks gaminytis turėtų būti surinkinėjamas. Įvertinus vyraujančias problemas yra būtina modernizuoti surinkimo cechą, pritaikant pritaikant „Lean“ gamybos sistemos įrankius ir metodus.

„Lean“ gamybos sistemos įrankiai ir metodai padės teisingai perplanuoti surinkimo cechą, užtikrinant sklandų surinkimo procesą, todėl visi procesai vyks harmoningai. Pagrindiniai „Lean“ gamybos sistemos įrankiai padeda susitvarkyti darbo vietas taip, jog būtų išvengiama papildomų judesių. Sekantis žingsnis, skatins įtraukti visus įmonės darbuotojus į vykstančius procesus. Procesų standartizacija – kuriama dokumentacija, kuri užtikrintų, apibrėžiamos ir sukuriamos visos paraiškų formos, kurios užtikrintų, jog visi darbuotojai žinotų, kada ir koks procesas yra pradėtas ir pabaigtas, tai leis greičiau nustatyti neatitikimus bei vadovautis nustatytais terminais, ir paskutinis veiksmas užtikrins stabilų furnitūros komponentų tiekimą.

3.1. Rekomenduojami metodai X baldų įmonei – surinkimo cechui

Norint modernizuoti ir palengvinti surinkimo ceche vykstančius procesus vienas iš pirmųjų įrankių, kuris yra rekomenduojamas X baldų įmonei yra „5S“, nes tai įrankis, kuris apima visą surinkimo cechą, visas darbo vietas ir zonas. Šis įrankis naudingas, nes padeda aiškiai nustatyti ir pažymėti darbo zonas po cecho perplanavimo, taip pat į šio įrankio įdiegimą įsitraukia visi įmonės darbuotojai, taip yra lengviau prisitaikyti prie esamų ir būsimų pasikeitimų. Šis įrankis ne tik skatina darbuotojų įsitraukimą, bet ir padeda užtikrinti, jog darbo vietos taptų saugesnėmis, kai darbo zona ir įrankiai yra švarūs ir nuolat tikrinami, lengviau nustatyti gedimus ir išvengti nelaimingų atsitikimų [3,17].

Svarbu paminėti tai, jog rekomenduojama pagal konkrečią darbo poziciją ir darbo vietą parengti aiškią dokumentaciją, jog tiek darbuotojams būtų aišku kaip ir kada tvarkytis, prižiūrėti ir t.t., tiek cecho vadovams būtų aišku kaip kiekvienas žmogus ar kiekviena komanda tvarkosi skirtingose pozicijose, taip yra lengviau nustatyti neatitikimus ir juos pašalinti.

3 Lentelė. „5S“ diegimas X baldų įmonėje [šaltinis: parengtas darbo autorės pagal 3 ir 17 literatūros šaltinius]

	„5S“ įrankio žingsniai	Apibūdinimas- teisingam šio įrankio įdiegimui
1.	Rūšiavimas	Pirmasis žingsnis, kai jau cechas yra perplanuotas ir sugrupuotas į darbo zonas, darbo zonos tvarkymą pradėti nuo daiktų rūšiavimo, suskirti daiktus į tris grupes, taip bus lengviau suprasti, kurie daiktai yra būtini tiesioginiam darbui atlikti, ir kurie yra nereikalingi, ir kuriuos geriau pašalinti iš darbo vietos, jog jie neužimtų papildomai vietos. Taip pat kiekvienai darbo zonai skirti tik tuos įrankių kompletus, kurie yra reikalingi tiesioginiam darbui atlikti.
2.	Sutvarkymas	Kai darbo zonoje lieka tik tie daiktai, kurie yra reikalingi, rekomenduojama pažymėti konkrečias vietas, kur ir koks įrankis turi būti padėtas, taip yra užtikrinamas didesnis efektyvumas, nes

		visi daiktai, kurie yra reikalingi tiesioginiam darbui yra šalia ir juos lengva pasiimti. Taip pat šiame žingsnyje pašaliname visus daiktus, kurie pateko į trečiąją grupę ir yra nereikalingi ir nebūti.
3.	Spindėjimas	Trečiasis žingsnis skatina susitvarkyti darbo vietą, darbo stalą, nusivalyti ir tinkamai prižiūrėti įvairius įrankius ir įrenginius, nes kai paviršiai yra švarūs lengviau nustatyti įvairius gedimus, lūžius ir t.t. Labai svarbu, jog būtų įvedama tvarkymosi sistema ir darbuotojai po kiekvienos pamainos susitvarkytų savo darbo vietą.
4.	Standartizavimas	Šis žingsnis skatina sudaryti sistemą pagal, kurią būti apibrėžta, kada ir kurį žingsnį atlikti, labai svarbu sudarius sistemą, parengti dokumentaciją, jog visi žinotų naujas taisykles. Taip pat sudaryti aiškias instrukcijas, jog ką tik atėjęs dirbti darbuotojas žinotų, kaip prisitaikyti prie „5S“ įrankio vykdymo ir įgyvendinimo.
5.	Savikontrolė	Savikontrolė nuolat skatinti darbuotojus laikytis šios penkių žingsnių sistemos, cechų vadovai ir meistrai turi atlikti nuolatinės patikras ar visų penkių žingsnių yra laikomasi, radus neatitikimus paskatinti darbuotojus, kiek įmanoma greičiau susitvarkyti ir atlikti praleistus žingsniu. Stebėti ir analizuoti, kaip darbuotojams sekasi vadovautis šia sistema, bei daryti bendrus aptarimus ir aptarti kaip sekasi, ką reikėtų patobulinti.

Dvidešimt pirmajame amžiuje buvo pradėta kalbėti ne tik apie pagrindinius 7 didžiuosius švaistymus, kurių šalinimas ir yra „Lean“ gamybos sistemos esmė, bet vis dažniau yra kalbama ir apie dar vieną, aštuntąjį švaistymų tipą, kuris šiuo metu yra itin aktualus ir svarbus – talento švaistymas, įmonių vadovai supranta, kad žmogus vistiek yra svarbiausias šio amžiaus akcentas, nes būtent žmogus kuria, projektuojama, įdieginėja robotus, juos prižiūri, bei stebi, tvarko ir analizuoja automatizuotas gamyklas, todėl šį švaistymų tipą ypatingai svarbu eliminuoti iš įmonės procesų [31]. Aštuntasis švaistymų tipas literatūroje apibūdinamas kaip įdėjų, kūrybiškumo, inovacijų, tobulinimo galimybių praradimu, nes genialios mintis, kurios padėtų pagreitinti procesus, modernizuoti gamyklą ar spręsti įmonėje esančias problemas yra neišsakomis, įmonė praranda tiek laiką ir pinigus, tiek darbuotojų pasitenkinimą ir t.t. Kad išvengtų šio švaistymų tipo rekomenduoja X baldų įmonei įdiegti „**Kaizen**“ įrankį.

X baldų įmonei rekomenduojama įsidiegti „**Kaizen**“ įrankį, naudojant ir paruošiant „Kaizen“ lentas darbuotojai yra skatinami teigti visas turimas idėjas. Darbuotojai užpildo pateiktas formas ir prikljuoja prie „Kaizen“ lentų. Darbuotojai gali siūlyti net ir mažus patobulinimus, kurie padėtų pagerinti tik jų tiesioginį darbą, darbuotojai skatinami teigti ir tokias idėjas, kurios padėtų pagerinti visus įmonėje vykstančius procesus, pavyzdžiui, pasiūlymai gali būti siejami su procesų optimizavimu ar vežimėlių pirkimu. Kiekviena patobulinimas palengvina skirtingus procesus. Visi gauti pasiūlymai yra apsvarstomi ir aptariami tiek su darbuotojais, tiek vadovų susirinkimose, ir jei idėjos yra reikalingos ir naudingos, jos tvirtinamos, jei nuspresta, jog tai nesukurtų pridėtinės vertės įmonei – idėjos atmetamos.

„Kaizen“ lentos pavyzdys, kokį turėtų įsidiegti ir naudoti X baldų įmonė pateikti **3 priede**.

X baldų įmonei rekomenduojama ne tik įsidięgti „5S“ ir „Kaizen“ įrankius tačiau ir dar vieną labai svarbų įrankį, kuris padėtų patobulinti surinkimo procesą, vizualiai pavaizduojant, kur ir kokioje surinkimo ar gamybos stadijoje yra gaminys, detalės ar komponentai, taip lengviau nustatyti, kuris procesas susiduria su neslandumais, kuris procesas dar nėra pradėtas ar kuris jau yra pabaigtas ir turi keliauti į sekančią operaciją – pakavimą.

Todėl rekomenduojama ne tik rūpintis surinkimo cecho darbo organizavimu, darbuotojų įsitraukimu, bet ir įdiegti „**Kanban**“ lentą, kurioje būtų pakeikta visa reikalinga informacija, kurioje stadijoje yra surinkimo procesas, sudaryti tokias gaminių specifikacijos formas, kuriose būtų pateikti tokie duomenys: vardas ir pavardė gaminio konstruktoriaus ir atsakingo technologo, jog kiekvienas darbuotojas žinotų į ką kreiptis esam detalių, furnitūros neatitikimams, turi būti aiškiai nurodyta surinkimo proceso trukmė, nurodytos, kokios technologinės operacijos reikalingos, jei yra reikia aprašyti ir paviršių apdirbimą. Kitoje formos pusėje turėtų būti surinkimo brėžinys, kuriame atsispindėtų surinkto gaminio vaizdas ir surinkimo specifikacija, taip pat iš kokių ir kiek detalių, komponentų ar furnitūros elementų turi būti surinktas gaminys. „Kanban“ formoje turi atsirasti ir užsakovas, sukurtas gaminio kodas ir kt. reikalinga informacija.

Labai svarbu užtikrinti teisingą informaciją visoje dokumentacijoje, visa reikalinga informacija turi užpildyti projektų vadovai (dalį, kuri yra susijusi su projektų valdymu: užsakovas, pristatymo terminas, projekto kodas), technologai atsakingi už visas technologines operacijas ir jų laikus, už brėžinius ir visas reikalingas specifikacijas atsakingi konstruktoriai. Surinkimo cecho vadovas turi patikrinti visą gautą informaciją, jog nebūtų neatitikimų, tokių kaip spalvos, rašto ar kt.

„Kanban“ lentos pavyzdys X baldų įmonei, pateiktas **4 priede**, taip pat šiame priede pateikta ir „Kanban“ pildymo forma.

Sekantis žingsnis sėkmingam surinkimo cecho modernizavimui yra dar vieno „Lean“ gamybos sistemos metodo įdiegimas, kuris yra sudėtingesnis ir reikalaujantis daugiau pastangų nei pirmųjų trijų įrankių įdiegimas, tai „Lean“ gamybos sistemos metodas – „**Gamyba pačiu laiku**“.

Viena iš pagrindinių įmonės problemų yra ta, jog gaminiai nebūna pristatyti laiku užsakovui, dėl per ilgų operacijų laikų, ypatingai surinkimo operacijos, kuri ilgėja dėl to, jog trūksta nuolat naudojamu furnitūros komponentų. Labai svarbu įsidięgti „Gamybos pačiu laiku“ sistemą, nes priešingu atveju, nors ir procesai tobulės ir modernizuosis, bet problema išliks ta pati – vėluojantys pristatymo terminai.

Pirmasis žingsnis sėkmingam „Gamybos pačiu laiku“ įrankio įdiegimui yra pasirinkti patikimus tiekėjus, su kuriais būtų paprasta ir lengva bendradarbiauti ir kurti ilgalaikius santykius, nes geriau yra turėti kelis patikimus tiekėjus, kurie pristato visus reikiamus komponentus laiku, nei kad turėti daug skirtingų tiekėjų, kurie galbūt galėtų reikiamas medžiagas pristatyti mažesnėmis kainomis, tačiau jie negali tų medžiagų ar komponentų pristatyti stabiliai, vadovaujantis sukurtai įmonės sistemai. Tad pasirinkus pagindinius tiekėjus, su kuriais įmonės tikslai sutampa ar bent jau yra panašūs, rekomenduojama sudaryti ilgalaikio bendradarbiavimo sutartis.

X baldų įmonei rekomenduoja ERP valdymo sistemoje nusistatyti tiek medžiagų, tiek įvairių furnitūros komponentų saugius likučius, jog kai bus priartėta prie pasirinkto skaičiaus, pirkimų vadybininkai gaus signalą ERP sistemoje, jog reikia užsakyti medžiagas, kurios pradėjo naudoti saugius likučius, ir jas būtina, kiek įmanoma greičiau papildyti, nes tik taip bus išvengiama

pagrindinių medžiagų ar furnitūros komponentų trūkumo. Šis žingsnis bus naudojamas patikrai ir stebėjimui, kai jau bus įdiegtas trečiasis „Gamybos pačiu laiku“ etapas, iki tol tai bus žingsnis, kuris padės išvengti ilgo surinkimo proceso laiko, o tai užtikrintų, jog vėlavimų galutinio produkto pristatymui užsakovui [45].

Trečiasis žingsnis yra vienas iš sudėtingiausių, kuris yra rekomenduojamas norint optimizuoti tiekimo procesus ir pagreitinti medžiagų ar komponentų pristatymą, nes norint sėkmingai jį įgyvendinti reikės panaudoti ir „Pramonės 4.0“ principus ir metodą, kuris yra susijęs su „daiktų internetu“ (ang. *Internet of things (IoT)*) ir jutikliais [46]. Norint įgyvendinti pagrindinį „Gamybos pačiu laiku“ tikslą, kuris yra susijęs su transportavimo atliekų šalinimu, reikia pasitelkiant „daiktų internetą“, gaunamus duomenis realiu laiku, panaudojant jutiklių sistemą, kuria siekiama užtikrinti medžiagų ir furnitūros komponentų pristatymą tik tada, kada jų reikia, taip mažinant transportavimo atliekas bei gerinant ir aplinkosauginius aspektus, dėl sumažėjusio transportavimo yra mažinamas CO₂ emisijos išsiskyrimas į aplinką [46].

Pasitelkiant jutiklių sistemą, kai matavimai atliekami realiu laiku yra užtikrinama, jog palengvėja procesų valdymas, tobulėja ir modernizuojasi visų procesų duomenų gavimas ir analizavimas, dėl greitų sprendimų, gerėja ir produktų kokybė, neatitikimai ir trūkstamos medžiagos greičiau bus pristatytos įmonei, tai užtikrina didėjančią pelną, gerėjančią efektyvumą [46]. Nors ir jutikliai yra sudėtinga sistema, tačiau pasitelkiant neuroninius tinklus ar kitus programavimo metodus, juos galima užprogramuoti taip, jog būtų įvesti pagrindiniai kintamieji: svoris ir medžiagos ar komponento tipas (kuris apibūdintų, kuri medžiaga ar komponentas pasiekė saugius likučius ir kurios papildymas yra būtinas, jog būtų užtikrintas sklandus surinkimo procesas) [46].

Minkštieji jutikliai (ang. *Soft-sensor*) dažniausiai yra naudojami tiesioginiam vertinimui, kuris yra pagrįstas įrangos, jutiklių matavimo sistemų analize naudojant juos, kai yra į įrangą yra įdiegti matematiniai modeliai, tad minštieji jutikliai puikiai tinka ir yra sėkmingai taikomi pramonės įmonėse, valdant sudėtingus procesus, norint užtikrinant, jog minštųjų jutiklių gaunamas signalas būtų teisingas, svarbu tinkamai nustatyti kintamuosius ir užtikrinti patį signalą [47].

Kai sensoriai yra užprogramuoti ir įvesti kintamieji duomenis, kurie turi aiškią svorio ribą ir aiškų kodą (kuris apibūdina medžiagos tipą), kai svoris tampa mažesnis nei nustatyta riba, įmonės nuolatinių tiekėjų gauna signalą (gali būti įvairaus pavidalo: duomenų bazėje lentelė, elektroninio laiško ir t.t., tai priklauso nuo jutiklių programavimo), kuris reiškia, jog reikia nedelsiant pristatyti tos medžiagos, kurios kintamieji duomenys yra mažesni už nustatytą ribą, kitu atveju įmonė pritrūks medžiagos, procesai gali net sustoti [46].

Standartizacija. Vienas iš pagrindinių „Lean“ gamybos sistemos tikslų yra nuolatinis tobulėjimas, todėl svarbu net ir po įvairių įrankių įdiegimų stebėti procesus, juos koreguoti, tobulinti, sudaryti reikiamą dokumentaciją, nes tik taip skirtingi procesai galės būti standartizuojami. Tad užtikrinant aukštą standartizavimo lygį labai svarbu parengti tiek visų procesų, tiek visų operacijų dokumentaciją, jei reikalinga-brėžinius ir specifikacijas, taip bus ne tik laikomasi visų standartų, bet ir užtikrinama, jog visi įmonės darbuotojai žinos, kaip teisingai naudotis įrankiais ar vykdyti konkrečius procesus.

3.2. Gaminio surinkimo laiko normos po „Lean“ gamybos sistemos įdiegimo

Atsižvelgiant į įrankius, kurie po teorinio „Lean“ gamybos sistemos įrankių ir metodų įdiegimo į X baldų įmonės surinkimo cechą, pastebimi greitesni surinkimo cecho procesus, nes:

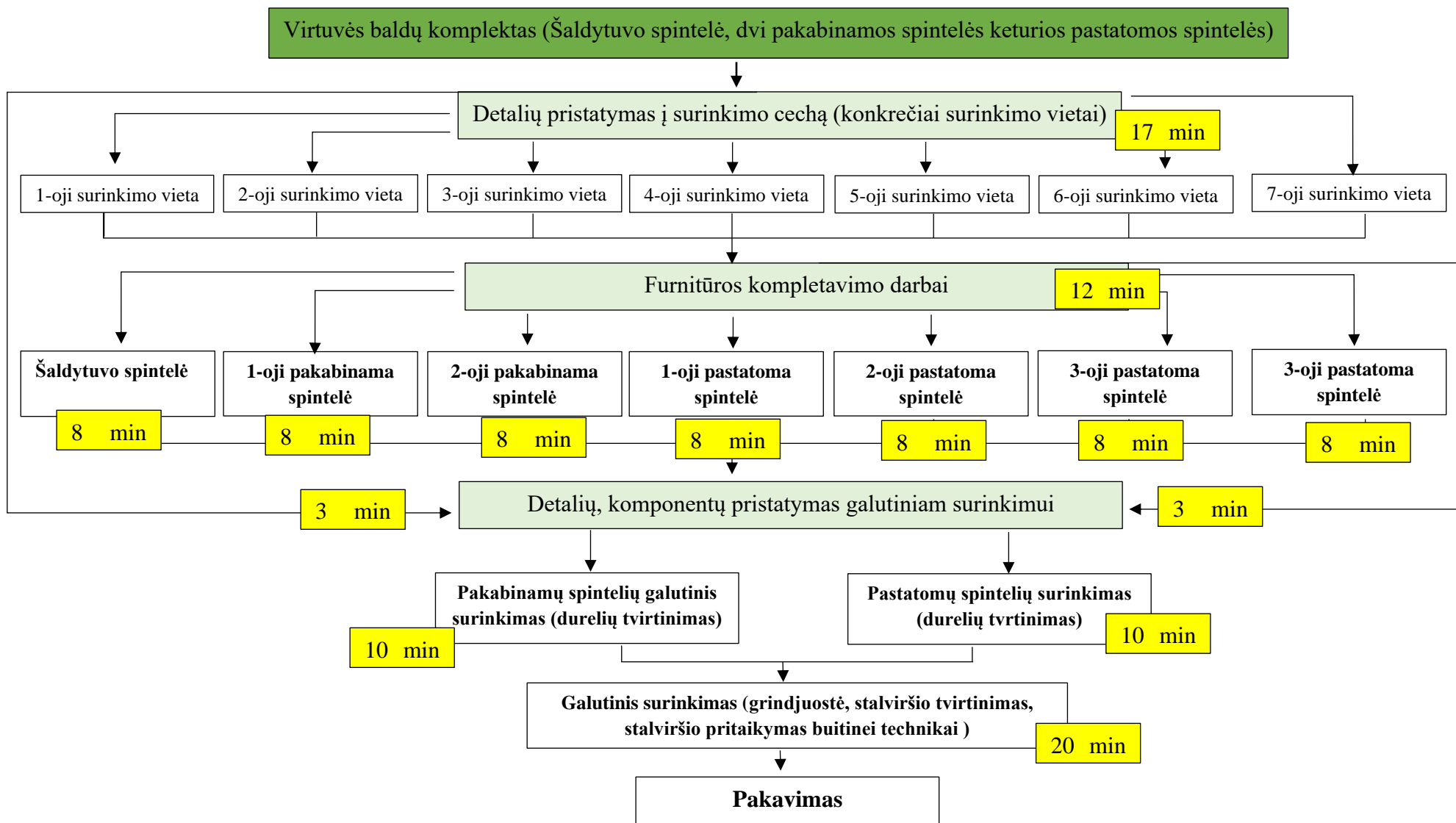
1. surinkimo cecho procesai vyksta daug greičiau, nes dėl „5S“ įrankio darbuotojų darbo zonos yra sutvarkytos pagal visus standartus, darbo vietoje yra visi reikalingi įrankiai ir įrenginiai, todėl dar mažiau laiko užtrunka randant tinkamą įrankį, o tai didina gamybos apimtis.
2. sukūrus tokias darbo pozicijas kaip furnitūros ir detalių kompletuotojai, galima įvertinti, jog detalių ir furnitūros pristatymo laikas ženkliai sumažėjo, todėl ir bendras gaminio surinkimo laikas sumažėjo, nes yra išvengiama transportavimo ir laukimo švaistymų tipų.
3. dėl „Kanban“ lentų darbuotojai žino, kada ir koks gaminys turi būti surinkinėjamas, todėl išvengiama nesklandumų, kai darbuotojai surinkinėja skirtingus gaminius, todėl ir bedras gaminio surinkimo laikas trumpėja.
4. dėl „Kaizen“ lentų greitėja surinkimo procesas, nes žmonės norėdami supaprastinti savo tiesioginį darbą pateikia genialių idėjų, kurios didina įmonės efektyvumą ir trumpina gaminio surinkimo laiką.

Išanalizavus konkretų gaminį, virtuvės baldų komplektą, kurį sudaro trys pakabinamos spintelės, trys pastatomos spintelės bei spintelė šaldytuvui, buvo įvertinta, kiek laiko užtrunka tokį gaminį surinkti, apskaičiuotas laikas – neefektyvumas, vien detalių ir furnitūros kompletavimui furnitūros ir detalių kompletuotojai užtruko vietoje 70 minučių tik 29 minutes, tai yra dvigubai greičiau nei kai surinkimo cecho darbuotojai patys susrinkdavo furnitūrą ir atsiveždavo detales, dėl greitesnio surinkimo laiko didėja gamybos apimtys, didėja efektyvas, o tai reiškia didėjantį įmonės pelną. Gaminio surinkimo preliminarūs laikai po „Lean“ gamybos sistemos teorinio modelio įdiegimo pateikti po pokalbio su gamybos meistrais, vadovu ir technologais.

Surinkimo cechui surinkti spinteles atskiromis dalimis užtrūko 56 minučių, tuomet dar 20 minučių trūko surinkinėjant spinteles į bendrą visumą ir galutinis visų komponentų surinkimas į bendrą visumą (spintelės, grindjuostė, apšvietimas) trūko dar 20 minučių. Gaminio surinkimas dėl „Lean“ gamybos sistemos teorinio modelio įdiegimo pagreitėjo 14 minučių.

Bendras gaminio surinkimo laikas nuo detalių atsivežimo, furnitūros komplektavimo iki pakavimo yra 131 minutės.

Viso tranpostavimui skiriama laiko 35 minutės vietoje 82 minučių.



13 pav. Gaminio surinkimo laiko normos po „Lean“ gamybos sistemos įdiegimo [šaltinis: sudarė darbo autorė]

4. Surinkimo cecho ekonominiai rodikliai po „Lean“ gamybos sistemos teorinio modelio įdiegimo

Atlikus apklausą ir įvertinus gautus atsakymus bei išanalizavus problemas, su kuriomis susiduria X baldų įmonė, buvo perplanuotas surinkimo cechas, tam jog procesas vyktų sklandžiau, bei detalės ar detalių komponentai judėtų linijine surinkimo proceso schema link pakavimo ir galutinės produkcijos išvežimų cechų, taip pagreitinant procesą bei išvengiant transportavimo švaistymo tipo, nes analizuojant surinkimo cechą prieš „Lean“ gamybos sistemos teorinio modelio įdiegimą ir jame vykstančius transportavimo procesus yra nustatyta, jog yra atliekama per daug skirtingų transportavimo judėsių, kurie mažina įmonės ir darbuotojų efektyvumą. Mažėjantis efektyvumas reiškia ir finansinius nuostolius, nes per tą laiką, kurio metu yra laukiama detalių ar jau surinktų gaminių, darbuotojai gebėtų atlikti tam tikrus surinkimo procesus, kurie kurtų aiškiai apčiuopiamą pridėtinę vertę, todėl surinkimo cecho perplavimas X baldų įmonei yra būtinas, nes taip bus išvengta dviejų švaistymų tipų, transportavimo ir laukimo, kurių metu įmonė patiria finansinius nuostolius.

Pagrindinė problema, su kuria susiduria X baldų įmonė, yra vėluojantys galutinio pristatymo terminai ir pagrindinė to priežastis yra surinkimo ceche vykstantys procesai, kurie yra ne harmoningi ir vykstantis ne pagal numatytą grafiką, todėl norint išvengti šių problemų yra rekomenduojama:

1. paskirti žmogų ar žmones, kurie komplektuos reikalingą furnitūrą ir pristatys prie reikalingos surinkimo vietos, kuri po „Lean“ gamybos sistemos įdiegimo bus pažymėta konkrečiu numeriu;
2. sukurti darbo vietą ir įdarbinti žmogų, kuris bus atsakingas už detalių komplektavimą iš skirtingų cechų ir pristatymą prie reikiamos surinkimo darbo zonos.

Po surinkimo cecho perplanavimo buvo nustatyta, jog prie kiekvienos surinkimo darbo vietos dirba du pagrindiniai surinkėjai ir vienas pagalbinis darbininkas, tik prie 10 surinkimo darbo vietos dirba du pagalbiniai darbininkai ir du pagrindiniai, nes toje darbo vietoje yra galutinio produkto surinkimas, todėl roje darbo zonoje reikia daugiau žmonių, tačiau prie dar dviejų darbo zonų, trečiosios ir devintosios surinkimo darbo vietų, dirba po du pagalbinius darbininkus, nors turėtų dirbti tik po vieną, kurių atlyginimai yra mažesni nei pagrindinių surinkimo cecho darbuotojų.

Surinkimo cecho darbuotojų atlyginimai:

- pagrindinių surinkimo proceso darbuotojų atlyginimas yra 1382-1927 eurų prieš atskaitant mokesčius;
- pagalbinių darbuotojų atlyginimas 898-1027 eurų prieš atskaitant mokesčius.

Atlyginimų vidurkių skaičiavimas.

Pagrindinių surinkimo proceso darbuotojų vidutinis atlyginimas:

$$vid_{.pagr. d.} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1382 + 1927}{2} = 1654,5 \text{ eur/mėnesį} \quad (1)$$

Čia x_1, x_2, x_n – darbuotojų atlyginimai per mėnesį; n – darbuotojų skaičius.

Surinkimo ceche dirba 20 pagrindinių surinkimo procesų darbuotojų, per mėnesį įmonei algoms reikia sumokėti:

$$Salgos \text{ per mėnesį} = vid_{.pagr. d.} \times n = 1654,5 \times 20 = 33090 \text{ eur/mėnės} \quad (2)$$

Per dieną įmonei algoms reikia sumokėti:

$$S_{algos\ per\ diena} = \frac{S_{algos\ per\ diena}}{d} = \frac{33090}{20} = 1654,5 \frac{eur}{diena} \quad (3)$$

Čia d – darbo dienų skaičius (20 darbo dienų per mėnesį);

Per valandą pagrindinių surinkimo procesų darbuotojams įmonei algoms reikia sumokėti:

$$S_{algos\ per\ valanda} = \frac{S_{algos\ per\ valanda}}{t} = \frac{1654,5}{8} = 206,81 \frac{eur}{diena} \quad (4)$$

Čia t – darbo valandų skaičius per dieną (8 valandos);

Pagalbinių surinkimo proceso darbuotojų vidutinis atlyginimas:

$$vid.\ pagal.\ d. = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{898 + 1027}{2} = 962,5 \frac{eur}{mėnesį} \quad (5)$$

Surinkimo ceche dirba 11 pagalbinių surinkimo procesų darbuotojų, per mėnesį įmonei algoms reikia sumokėti:

$$S_{algos\ per\ mėnesį} = vid.\ pagal.\ d. \times n = 962,5 \times 11 = 10588 \frac{eur}{mėnesį} \quad (6)$$

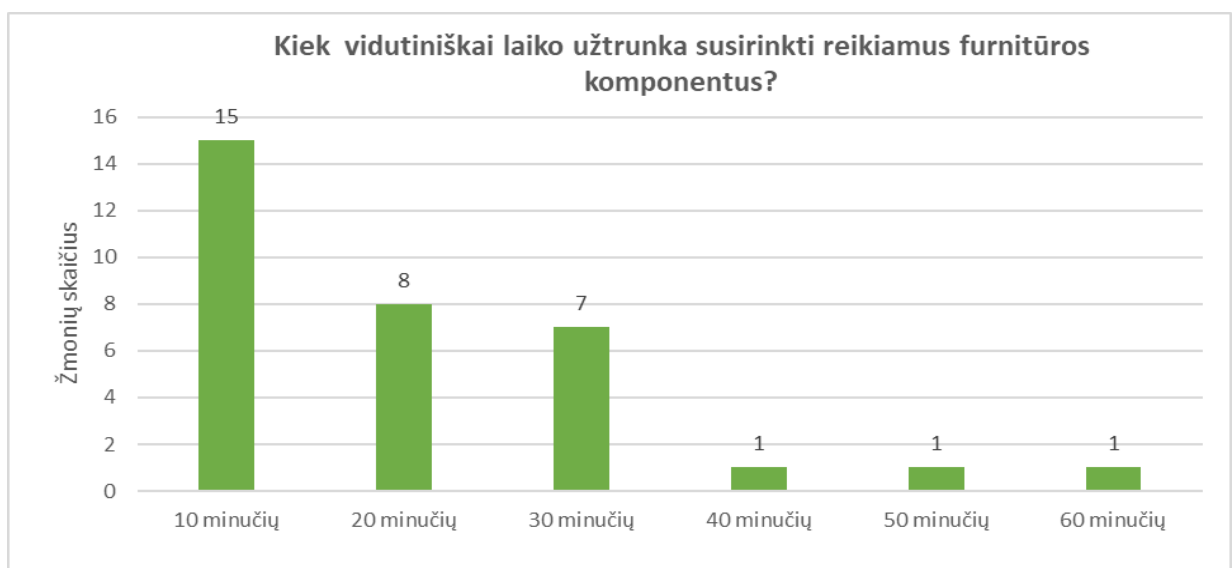
Per dieną įmonei algoms reikia sumokėti:

$$S_{pagl.\ algos\ per\ diena} = \frac{S_{algos\ per\ mėnesį}}{d} = \frac{10588}{20} = 529,4 \frac{eur}{diena} \quad (7)$$

Per valandą pagalbiniams darbuotojams įmonei algoms reikia sumokėti:

$$S_{algos\ per\ valanda} = \frac{S_{pagl.\ algos\ per\ valanda}}{t} = \frac{529,4}{8} = 66,18 \frac{eur}{diena} \quad (8)$$

Atlikus apklausą ir apskaičiavus rezultatus, buvo išsiaiškinta, jog 33 surinkimo cecho darbuotojai furnitūros kompletavimui per dieną skiria 670 minučių.



14 pav. Furnitūros surinkimo laikas [šaltinis: sudarė darbo autorė pagal apklausos rezultatus]

Per valandą pagrindiniams ir pagalbiniams darbuotojams įmonei algoms reikia sumokėti:

$$S_{iš\ viso\ algos\ per\ valandą} = S_{per\ valandą\ pal.d.} + S_{per\ valandą\ pagr.d.} = 206,81 + 66,18 = 272,99 \frac{eur}{valandą} \quad (9)$$

Pagrindinių ir pagalbinių surinkimo proceso darbuotojų vidutinis atlyginimas per valandą:

$$vid.pagl.ir\ pagr.d. = \frac{S_{iš\ viso\ algos\ per\ valandą}}{d} = \frac{272,99}{33} = 8,27 \frac{eur}{valandą} \quad (10)$$

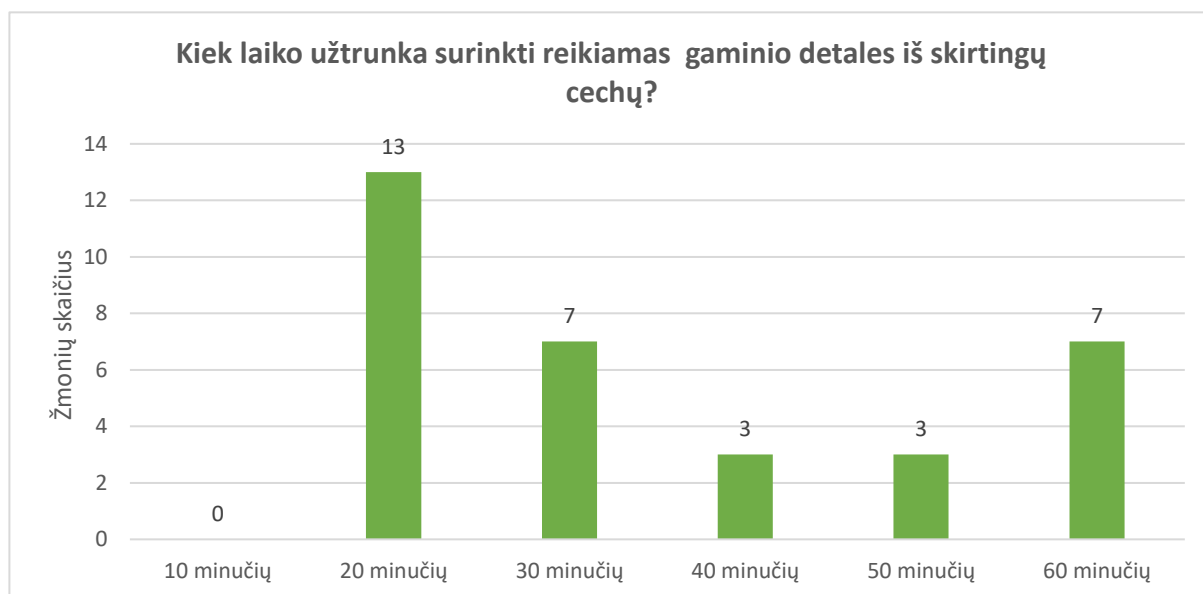
Vadinasi įmonei furnitūros kompletavimas per dieną kainuoja:

$$S_{furnitūros\ komplektavimo\ kaina} = S_{iš\ viso\ algos\ per\ valandą} \times t = 8,27 \times 11,17 = 92,38\ eur \quad (11)$$

Išanalizavus gautus rezultatus buvo nustatyta, kad per dieną furnitūros kompletavimui skiriama 11,16 valandų, įvertinus tai, jog kai surinkėjas pats susirenka reikiama furnitūrą tik sau, tai užtrunka daug ilgiau, nes surinkėjas tiksliai nežino, kur yra sudėti furnitūros komponentai ir nėra toks įgudęs šioje darbo specifikoje, susidaro transportavimo švaistymas, o kai yra tiesiogiai atsakingas darbuotojas visi procesai vyksta daug sklandžiau, nes tuo pačiu metu darbuotojas gali rinkti reikiamą furnitūrą kelioms darbo zonoms.

Antroji priežastis, dėl kurios surinkimo cecho procesai nevyksta pagal numatytą grafiką, nes surinkimo cecho darbuotojai turi patys atsivežti reikiamas detales į darbo vietą, o tai užtrunka gana ilgą laiko tarpą, nes detales reikia atsivežti iš keturių skirtingų cechų: medienos apdirbimo, metalo apdirbimo, apdailos ir plastiko apdirbimo cechų.

Atlikus apklausą buvo išanalizuota, kiek laiko užtrunka kiekvienas darbuotojas atsivežti detales į savo darbo vietą per dieną.



15 pav. Detalių surinkimo laikas [šaltinis: sudarė darbo autorė pagal apklausos rezultatus]

Įvertinus gautus apklausos rezultatus buvo apskaičiuota, jog per dieną surinkimo cecho darbuotojai, skirdami nuo 20 iki 60 minučių, iš viso tam skiria 19,34 valandų.

Vadinasi, įmonei detalių kompletavimas per dieną kainuoja:

$$S_{\text{detalių komplektavimo kaina}} = S_{\text{iš viso algos per valandą}} \times t = 8,27 \times 19,34 = 159,94 \text{ eur} \quad (12)$$

Iš viso detalių ir furnitūros ir detalių kompletavimas įmonei per dieną kainuoja:

$$S_{\text{viso per dieną}} = S_{\text{furnitūros komplektavimo kaina}} + S_{\text{detalių komplektavimo kaina}} = 92,38 + 159,94 = 252,94 \text{ eur} \quad (13)$$

Įvertinus tai, jog detalių ir furnitūros komplektavimas įmonei per dieną kainuoja 252,94 eurus, galime padaryti išvadą, jog norint padidinti efektyvumą ir pelną, bet išspręsti vėluojančių terminų problemą, rekomenduojama du pagalbinus darbuotojus, kurie dirba prie trečiosios ir devintosios darbo zonų, perkelti į kitas darbo pozicijas, vieno iš jų specifika pakeičiant į furnitūros komplektuotoją, o kitą į furnitūros/detalių komplektuotoją, kuris dirbtų tiek prie detalių kompletavimo, tiek esant poreikiui galėtų skirti kelias valandas furnitūros komponentų surinkimui.

Apskaičiavus kiek įmonei kainuoja iš viso detalių ir furnitūros komplektavimas, galima sukurti dar vieną papildomą darbo vietą, kurioje įdarbintume detalių komplektuotoją už pagalbinių darbininko vidutinį atlyginimą, įmonė nepatirs jokių finansinių nuostolių, nes turėdama tris pagalbinus darbuotojus, kurių darbo specifika bus rinkti ir pristatyti furnitūrą ir detales, nes įmonei už tris darbuotojus per dieną reikės sumokėti:

$$S_{\text{vieno darbuotojo}} = \frac{S_{\text{algos per mėnesį}}}{n} = \frac{529,4}{11} = 48,12 \frac{\text{eur}}{\text{dieną}} \quad (14)$$

Vadinasi, už tris darbuotojus per dieną įmonei tektų sumokėti tik 144,36 eurus, o kai nėra konkrečių darbuotojų įmonei už detalių ir furnitūros kompletavimą kiekvieną dieną reikia sumokėti 252,94 eur, vadinasi, įmonė ne tik, kad nepatirs jokių finansinių nuostolių, bet ir padidins pelną, nes kiekvieną dieną sutaupys po 108,58 eurus.

Be to, tą laiką, kurį surinkimo cecho darbuotojai skirdavo detalių ir furnitūros komplektavimui dabar galės skirti gaminių surinkimui, tai padidins įmonės efektyvumą, darbuotojai skirdami visą dėmesį tik komponentų ir gaminių surinkimui, pagreitins patį procesą ir bus išvengiama galutinio produkto pristatymo terminų vėlavimo. Kai surinkimo cecho darbuotojai skirs visą darbo laiką gaminių surinkimui, jų darbo efektyvumo rodikliai didės ir per tą patį laiką jie galės surinti daugiau gaminių, tai didins įmonės ekonominius rodiklius, nes įmonė gebės padidinti pardavimų skaičių.

Išvados

1. Išanalizavus „Lean“ gamybos sistemą, ši sistema prisitaiko prie įvairių pokyčių: pramonės revoliucijų, automatizavimo, robotizavimo ir kt. Išlaikydama savo tradicijas, sistema užtikrina kiekvienai įmonei galimybę į sėkmę. Pagrindiniai „Lean“ gamybos sistemos principai yra mažinti gamybos išlaidas, identifikuojant ir pašalinant visus vertės nekuriančius srautus, taip pagerinant gaminių kokybę, darbo saugą, darbo sąlygas, darbuotojų motyvaciją. „Lean“ gamybos sistemą sudaro įvairūs įrankiai ir metodai: „gamyba pačiu-laiku“, „5S“, „Kaizen“, „Kanban“, „Poka-Yoka“, todėl sistema pasižymi lankstumu ir geba prisitaikyti prie įvairių gamybinių situacijų.
2. Įvertinus „Lean“ gamybos sistemą, nustatyta, jog sistema yra naudinga ne tik įmonei, kuri įdiegia šią kokybės vadybos sistemą, bet ir visai bendruomenei, nes „Lean“ gamybos sistemos įrankiai padeda pašalinti įvairius švaistymų tipus, kartu prisidedant ir prie ekologinių ir aplinkosauginių aspektų, nes mažinant susidarančias atliekas, mažinamas ŠESD išsiskyrimas. „Lean“ gamybos sistema padeda užtikrinti tinkamas sąlygas darbuotojams, nes ši sistema kuria saugesnę ir draugiškesnę aplinką bei užtikrina, jog kiekvienas darbuotojas būtų vertinamas ir skatinamas išreikšti savo nuomonę. Tokiu būdu „Lean“ gamybos sistema gerina ekonominius rodiklius, nes padeda efektyviau panaudoti medžiagas, vykdyti gamybinius procesus harmoningai ir pastoviai.
3. Išanalizavus X baldų įmonės charakteristiką, valdymo sistemą, darbo specifiką bei atlikus SSGG analizę buvo nustatytos X baldų įmonės galimybės, grėsmės, silpnybės bei stiprybės. Atlikus surinkimo cecho darbuotojų apklausą bei pasitarus su gamybos cecho vadovu, buvo nustatytos vyraujančios problemos – vėluojantys produktų pristatymai klientams, dėl neefektyvaus surinkimo proceso: darbuotojai patys susirenka reikiamus furnitūros komponentus bei daug laiko skiria detalių atsivežimui į darbo vietą. Sudaromas ir rekomenduojamas „Lean“ gamybos sistemos diegimo teorinis modelis, kurį sudaro trys pagrindiniai žingsniai. Prieš „Lean“ gamybos sistemos įdiegimą gaminio surinkimo laikas buvo 192 minutės, po teorinio modelio įdiegimo gaminio surinkimo laikas sumažėjo 61 minute.
4. Rekomenduojama pakeisti dviejų surinkimo cechų darbuotojų darbo specifiką į furnitūros-detalių komplektuotojus bei sukurti dar vieną papildomą darbo vietą detalių komplektuotojui. Prieš darbuotojų darbo specifikacijos pasikeitimą ir papildomo darbuotojo įdarbinimą, detalių ir furnitūros komplektavimas įmonei kiekvieną dieną kainavo 252,94 eurai, o turint tris konkrečius darbuotojus, kurių darbo specifika bus pristatyti furnitūrą ir detales į surinkimo darbo zonas, įmonei kiekvieną dieną kainuos 144,36 eurus. Pasikeitus darbuotojų darbo specifikai ir įdarbinus papildomą darbuotoją, įmonė ne tik, kad nepatirs jokių finansinių nuostolių, bet ir padidins pelną, nes kiekvieną dieną sutaupys po 108,58 eurus.

Literatūros sąrašas

1. KUMAR, Naveen, Syed Shahzeb HASEN, Kunal SRIVASTAVA, Rayhan AKHTAR, Rakesh Kumar YADAV ir Vikas Kumar CHOUBEY. Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. *Materials Today: Proceedings* [interaktyvus]. 2022, [žiūrėta 2022-09-16]. ISSN 2214-7853 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322018284>
2. GARZA-REYES, Jose ARTURO, Vikas KUMAR, Sariya CHAIKITTISILP ir Kim HUA TAN. The effect of lean methods and tools on the environmental performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Economics* [interaktyvus]. Elsevier: UK, 2018, vol. 200, pp. 170-180 [žiūrėta 2022-09-15]. ISSN 0925-5273 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527318301555>
3. SHARMA, Ksihitij Mohan ir Surabhi LATA. Effectuation of Lean Tool “5S” on Materials and Work Space Efficiency in a Copper Wire Drawing Micro-Scale Industry in India. *Materials Today: Proceedings* [interaktyvus]. India, 2018, vol. 5, no. 2, pp. 4678-4683 [žiūrėta 2022-09-16]. ISSN 2214-7853 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785317330146>
4. CALDSRELLI, Valentina, Mirko FILIPONI, Stefano SAETTA ir Federico ROSSI. Lean and green production for the modular construction. *Procedia Computer Science* [interaktyvus]. Elsevier: Italy, 2022, vol. 200, pp. 1298-1307 [žiūrėta 2022-09-15]. ISSN 1877-0509 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050922003404>
5. TEIXEIRA, P., J.C. SA, F.J.G SILVA, L.P FERREIRA, G. SANTOS ir P.FONTOOURA. Connecting lean and green with sustainability towards a conceptual model. *Journal of Cleaner Production* [interaktyvus]. Elsevier: Portugal, 2021, vol. 322 [žiūrėta 2022-09-16]. ISSN 0959-6526 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621032364>
6. CHERRAFI, Anass, Jose Arturo GARZA-REYES, Amine BELHADI, Sachin S.KAMBLE ir Jamal ELBAZ. A readiness self-assessment model for implementing green lean initiatives. *Journal of Cleaner Production* [interaktyvus]. Elsevier: Morocco, 2021, vol. 309 [žiūrėta 2022-09-15]. ISSN 0959-6526 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621016206>
7. DILLINGER, Fabian, Barbara TROPSCHUH, Mustafa Yagiz DERVIS ir Gunther REINHART. A Systematic Approach to Identify the Interdependencies of Lean Production and Industry 4.0 Element. *Procedia CIRP* [interaktyvus]. Elsevier: Vokietija, vol. 112, pp. 85-90 [žiūrėta 2022-09-16]. ISSN 2212-8271 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827122011957>
8. NACIRI, L., Z. MOUHIB, M. GALLAB, M. NALI, R. ABBOU ir A. KEBE. Lean and industry 4.0: A leading harmony. *Procedia Computer Science* [interaktyvus]. Elsevier: Morocco, 2022, pp. 394-406, [žiūrėta 2000-09-16]. ISSN 1877-0509 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050922002472>
9. CHERRAFI, Anass, Said ELFEZAZI, Andrea CHIARINI, Ahmed MOKHLIS ir Khalid BEENHIDA. The integration of lean manufacturing, Six Sigma and sustainability: A literature review and future research directions for developing a specific model. *Journal of Cleaner Production* [interaktyvus]. Elsevier: Italy, 2016, vol. 139, pp.828-846 [žiūrėta 2022-09-15]. ISSN 0959-6526 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616312495>

10. KRAFCIK, J.F. The triumph of the lean production system. Sloan Management Review(Fall). 1998, pp. 41-52. [žiūrėta 2022-09-15]. Prieiga per internetą: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5373958/mod_resource/content/4/krafcik_TEXTO_IN_TEGRAL.pdf
11. MSN FOWLER, Cassandra, Erin Steffen MSN, RN, CAPA, Christine Mentz MSN, RN, CPN. Using Lean Principles as an Implementation Strategy within the EBP Proces. Journal of PeriAnesthesia Nursing [interaktyvus]. Elsevier: Los Angel, 2022, vol. 37, no.1, pp. 137-142 [žiūrėta 2022-09-15]. ISSN 1089-9472 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1089947221001416>
12. BAYSAN, Serdar, Ozgur KABADURMUS, Emre CEVIKCAN, Sule Iltir SATOGLU ir Mehmet Bulet DURMUSOGLU. A simulation-based methodology for the analysis of the effect of lean tools on energy efficiency: An application in power distribution industry. Journal of Cleaner Production [interaktyvus]. Elsevier: Turkey, 2019, vol. 211, pp.895-908 [žiūrėta 2022-09-15]. ISSN 0959-6526 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618336205>
13. SECCHI, Raffaele ir Analdo CAMUFFO. Lean implementation failures: The role of organizational ambidexterity. International Journal of Production Economics [interaktyvus]. Elsevier: Italy, 2019, vol. 210, pp.145-154 [žiūrėta 2022-09-15]. ISSN 0925-5273 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527319300076>
14. CORTES, Hector, Joanna DAABOUL, Julien DUGOU ir Benoit EYNARD. Strategic Lean Management: Integration of operational Performance Indicators for strategic Lean management. IFAC-PapersOnLine [interaktyvus]. Elsevier: France, 2016, vol.49, no. 12, pp. 65-70 [žiūrėta 2022-09-15]. ISSN 2405-8963 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896316308047>
15. PURUSHOTHAMAN, Mahesh babu, Jeff SEADON Ph.D ir Dave MOORE Ph.D. Waste reduction using lean tools in a multicultural environment. Journal of Cleaner Production [interaktyvus]. Elsevier: New Zealand, 2022, vol. 265 [žiūrėta 2022-09-15]. ISSN 0959-6526 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620317285>
16. OLIVEIRA, J. ir A. FERNANDES. Continuous improvement through "Lean Tools": An application in a mechanical company. Procedia Manufacturing [interaktyvus]. Elsevier: Portugal, 2017, vol. 2017, pp. 1082-1089 [žiūrėta 2022-10-15]. ISSN 2351-978 Prieiga per internetą : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917307746>
17. SINGH, Subhav ir Kaushal KUMAR. A study of lean construction and visual management tool through cluster analysis. Ain Shams Engineering Journal [interaktyvus]. India, 2021, vol. 12 no.1, pp.1153-1162 [žiūrėta 2022-10-15]. ISSN 2090-4479 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447920301076>
18. SILVA, A., J. C. SA, G. SANTOS, F. J. SILVA, L. P. FERREIRA ir M. T. PEREIRA. Procedia Manufacturing [interaktyvus]. Elsevier: Portugal, 2020, vol. 51, pp. 1355-1362 [žiūrėta 2022-10-16]. ISSN 2351-9789 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978920320497>
19. RAHMAN, Nor Azian Abdul, Sariwati Mohd SHARIF ir Mashitah MOHAMED ESA. Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. Procedia Economics and Finance [interaktyvus]. Elsevier: Malaysia, 2013, vol. 7, pp. 174-180 [žiūrėta 2022-10-16]. Pages 174-180 Prieiga per internetą : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567113002323>

20. MAAROF, Mohd Ghazali ir Fatimah MAHMUD. A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises. *Procedia Economics and Finance* [interaktyvus]. Elsevier: Malaysia, 2016, vol. 38, no. 1, pp. 522-531 [žiūrėta 2022-10-16]. ISSN 2212-5671. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567116000654>
21. HORSTHOFER-RAUCH, Julia, Marek SCHUMANN, Michael MILDE, Susanne VERMIN ir Gunther REINHART. Digitalized value stream mapping: review and outlook. *Procedia CIRP* [interaktyvus]. Elsevier: Germany, 2022, vol. 112, pp. 244-249 [žiūrėta 2022-10-16]. ISSN 2212-827 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827122012422>
22. NARKE, Mahadeo M. ir C. T. JAYADAVE. Value Stream Mapping: Effective Lean Tool for SMEs. *Materials Today: Proceedings* [interaktyvus]. India, 2020, vol. 24, no. 2 [žiūrėta 2022-10-16]. ISSN 2214-7853 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320330637>
23. HAR, Loh Li, Umi Kartini RASHID, Lee Te CHUAN, Seah Choon SEN ir Loh Yin XIA. Revolution of Retail Industry: From Perspective of Retail 1.0 to 4.0. *Procedia Computer Science* [interaktyvus]. Elsevier: Malaysia, 2022, vol. 200, pp.1615-1625 [žiūrėta 2022-10-16]. ISSN 1877-0509 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050922003714>
24. KORCHAGIN, Aleksand, Yury DENISKIN, Irina POCEBNEVA ir Olga VASILYEVA. Lean Maintenance 4.0: implementation for aviation industry. *Transportation Research Procedia* [interaktyvus]. Elsevier: Russia, 2022, vol. 63, pp. 1521-1533 [žiūrėta 2022-10-16]. ISSN 2352-1465 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146522004197>
25. HARTMANN, Lukas, Tobias MEUDT, Stefan SEIFERMANN ir Joachim METTERNICH. Value stream method 4.0: holistic method to analyse and design value streams in the digital age. *Procedia CIRP* [interaktyvus]. Elsevier: Germany, 2018, vol. 78, pp. 249-254 [žiūrėta 2022-10-16]. ISSN 2212-8271 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827118312149>
26. HAMALATHA, C., K. SANKARANARAYANASAMY ir N. DURAIRAJ. Lean and agile manufacturing for work-in-process (WIP) control. *Materials Today: Proceedings* [interaktyvus]. Indija, 2021, vol. 46, part. 20, pp. 10334-10338 [žiūrėta 2022-12-16]. ISSN 2214-7853 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320401907>
27. ZIELSKE, Malena ir Tobias HELD. Agile methods used by traditional logistics companies and logistics start-ups: a systematic literature review. *Journal of Systems and Software* [interaktyvus]. Elsevier: Vokietija, 2022, vol. 190 [žiūrėta 2022-12-16]. ISSN 0164-1212 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016412122200070X>
28. MATHIYAZHAGAN, Kaliyan, Vernika AGARWAL, Andrea APPOLLONI, Tarik SAIKOUK ir A. GNANAVELBABU. Integrating lean and agile practices for achieving global sustainability goals in Indian manufacturing industries. *Technological Forecasting and Social Change* [interaktyvus]. Elsevier: Indija, 2021, vol. 171 [žiūrėta 2022-12-16]. ISSN 0040-1625 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162521004145>
29. LEONG, Wei Dong, Sin Yong TENG, Bing Shen HOW, Sue Lin NGAN, Hon Loong LAM, Chee Pin TAN ir S.G. PONNAMBALAM. Adaptive analytical approach to lean and green operations. *Journal of Cleaner Production* [interaktyvus]. Elsevier: Malaysia, 2019, vol. 235,

- pp.190-209 [žiūrėta 2022-11-16]. ISSN 0959-6526 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619320979>
30. YILMAZ, Aysegul, Manoj DORA, Behzad HEZARKHANI ir Maneesh KUMAR. Lean and industry 4.0: Mapping determinants and barriers from a social, environmental, and operational perspective. Technological Forecasting and Social Change [interaktyvus]. Elsevier: United Kingdom, 2022, vol. 175 [žiūrėta 2022-11-16]. ISSN 0040-1625 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162521007514>
 31. KLEIN, Leander Luiz, Mirela Schramm TONETTO, Lucas Veiga AVILA ir Rodrigo MOREIRA. Management of lean waste in a public higher education institution. Journal of Cleaner Production [interaktyvus]. Elsevier: Brazil, 2021, vol. 286 [žiūrėta 2022-11-01]. ISSN 0959-6526 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620354329>
 32. MINSHULL, Lauren Kate, Benjamin DEHE ir Suntichai KOTCHARIN. Exploring the impact of a sequential lean implementation within a micro-firm – A socio-technical perspective. Journal of Business Research [interaktyvus]. Elsevier: Didžioji Britanija, 2022, vol. 151, pp.156-169 [žiūrėta 2022-11-01]. ISSN 0148-2963 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014829632200594X>
 33. VUKADINOVIC, Saveta, Ivan MAACUZIC, Marko DJAPAN ir Marko MILOSEVIC. Early management of human factors in lean industrial systems. Safety Science [interaktyvus]. Elsevier: Serbija, 2019, vol. 119, vol. 392-398 [žiūrėta 2022-11-01]. ISSN 0925-7535 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753518315728>
 34. PALANGE, atul ir Pankaj DHATRAK. Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. Materials Today: Proceedings [interaktyvus]. Indija, 2021, vol. 46, no.1, pp.729-736 [žiūrėta 2022-11-01]. ISSN 2214-7853 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320398783>
 35. GONZALEZ-BENITO, Javier, Isabel SUAREZ-GONZALEZ ir Martin SPRING. Complementarities between JIT purchasing practices: An economic analysis based on transaction costs. International Journal of Production Economics [interaktyvus]. Elsevier: Jungtinė Karalystė, 2000, vol. 67, no.1, pp. 279-293 [žiūrėta 2022-11-01]. ISSN 0925-5273 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527300000323>
 36. TAYAL, Ashwani ir Nirmal SINGH KALSI. Review on effectiveness improvement by application of the lean tool in an industry. Materials Today: Proceedings [interaktyvus]. Indija, 2021, vol. 43, part. 2, pp. 1983-1991 [žiūrėta 2022-11-01]. ISSN 2214-7853 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320390933>
 37. KUMAR BANGA, Harish, Rajesh KUMAR, Puneet KUMAR, Ayush PUROHIT, Hareesh KUMAR ir Kamalpreet SINGH. Productivity improvement in manufacturing industry by lean tool. Materials Today: Proceedings [interaktyvus]. Indija, 2020, vol. 28, part. 3, pp. 1788-1794, [žiūrėta 2022-11-01]. ISSN 2214-7853 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320337561>
 38. SHAHRIAR, M.M., M.S.PARVEZ ir M.A. ISLAM ir S. TALAPATRA. Implementation of 5S in a plastic bag manufacturing industry: A case study. Cleaner Engineering and Technology [interaktyvus]. Elsevier: Bangladešas, 2022, vol. 8 [žiūrėta 2022-11-01]. ISSN 2666-7908 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666790822000933>
 39. W.GREEN JR., Kenneth, R. Anthony INMAN, Laura M.BIROU ir Dwayne WHITTEN. Total JIT (T-JIT) and its impact on supply chain competency and organizational performance. Elsevier International Journal of Production Economics [interaktyvus]. Elsevier: Jungtinės Amerikos

- valstijos, 2014, vol. 147, part. A [žiūrėta 2022-11-16]. ISSN 0925-5273 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527313003848>
40. LAGE JUNNIOR, Muris ir Moacir FILHO. Variations of the kanban system: Literature review and classification. International Journal of Production Economics [interaktyvus]. Elsevier: Brazilija, 2010, vol. 125, no.1, pp. 13-21 [žiūrėta 2022-11-16]. ISSN 0925-5273 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527310000198>
41. KRISHNAIYER, Krishnan ir F.Frank CHEN. A Cloud-based Kanban Decision Support System for Resource Scheduling & Management. Procedia Manufacturing [interaktyvus]. Elsevier: Jungtinės Amerikos Valstijos, 2017, vol 11, pp. 1489-1494 [žiūrėta 2022-11-16]. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917304882>
42. OLABI, A.G., Tabbi WILBERFORCE, Ernas TAHA SAYED, Ahmed G. ABO-KHALIL, Hussein M.MAGHRABIE, Khaled ELSAID ir Mahammad ALI ABDELKAREEM. Battery energy storage systems and SWOT (strengths, weakness, opportunities, and threats) analysis of batteries in power transmission. Energy [interaktyvus]. Elsevier: Jungtiniai Arabų Emyratai, 2022, vol. 254, part. A [žiūrėta 2022-11-16]. ISSN 0360-5442 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544222008908>
43. MATTEINI, Anita, Francesca ARGENTI, Ernesto SALZANO ir Valerio COZZANI. A comparative analysis of security risk assessment methodologies for the chemical industry. Reliability Engineering & System Safety [interaktyvus]. Italija: Elsevier, 2019, vol. 191, no. 1, pp. 20-36 [žiūrėta 2022-11-16]. ISSN 0951-8320 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095183201730889X>
44. ALMANEI, Mohammed, Konstantinos SALONITIS ir Christos TSINOPOULOS. Procedia CIRP [interaktyvus]. Elsevier: Didžioji Britanija, 2018, vol. 72, pp. 1160-1165 [žiūrėta 2022-11-16]. ISSN 2666-7908 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827118302981>
45. JIN, Huaiping, Bei PAN, Xiangguang CHEN ir Bin QIAN. Ensemble just-in-time learning framework through evolutionary multi-objective optimization for soft sensor development of nonlinear industrial processes. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems [interaktyvus]. Elsevier: Kinija, 2019, vol. 184, pp. 153-166 [žiūrėta 2022-11-16]. ISSN 0169-7439 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169743918304428>
46. PAN, Bei, Huaiping JIN, Li WANG, Bin Qian, Xiangguang CHEN, Si HUANG ir Jiangang LI. Just-in-time learning based soft sensor with variable selection and weighting optimized by evolutionary optimization for quality prediction of nonlinear processes. Chemical Engineering Research and Design [interaktyvus]. Elsevier: Kinija, 2019, vol. 144, pp. 285-299 [žiūrėta 2022-11-16]. ISSN 0263-8762 Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263876219300504>
47. PAULSSON, Dan, Robert GUSTAVSSON ir Carl-Fredrik MANDENIUS. A Soft Sensor for Bioprocess Control Based on Sequential Filtering of Metabolic Heat Signals. Sensors [interaktyvus]. 2014, VOL 14, pp. 17864-17882 [žiūrėta 2022-11-16]. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/266264062_A_Soft_Sensor_for_Bioprocess_Control_Based_on_Sequential_Filtering_of_Metabolic_Heat_Signals

Priedai

1 priedas. Apklausa

Problemų analizavimas, prieš įdiegiant Lean gamybos sistemos įrankius – **APKLAUSA**

Gerbiamas Respondente,

Siekiant išanalizuoti surinkimo ceche esančias problemas, jog būtų sėkmingiau ir paprasčiau įdiegiami Lean gamybos sistemos metodai ir įrankiai, prašome kiekvieno iš jūsų atsakyti į žemiau esantį klausimą, kuris tiek jums, tiek mums padės lengviau prisitaikyti prie būsimų potyčių, patiriant kiek įmanoma mažiau blogų emocijų.

Šio tyrimo rezultatai bus naudojami tik vidinėms įmonės reikmėms, todėl visa gauta informacija yra kondidenciali ir, žinoma, anoniminė, todėl iš jūsų tikimės nuoširdžių ir sąžiningų atsakymo.

Atsakinėdami klausimus iš duotų variantų pasirinkite atsakymą, kuris jums atrodo teisingiausias, jei teisingo atsakymo nerastumėte pasirinkite variantą „Kita“ įrašyti savo atsakymą patys.

Iš anksto dėkojame už atsakymus ir skirta laiką.

Klausimų blokas A:

1. Kokią poapoziciją šiuo metu užimate?

- Surinkėjas
- Pakuotojas
- Pagalbinis darbuotojas
- Kita (įrašykite savo variantą)

2. Kiek laiko dirbate šioje pozicijoje?

- Iki 1 metų
- Iki 2 metų
- 3-4 metai
- > 5 metus

3. Ar surinkimo ceche vykstantiems procesams reikalingi patobulinimai?

- Taip
- Ne
- Kita (įrašykite savo variantą)

4. Ar jums tenka patiems susirinkti reikiamus furnitūros komponentus konkretaus gaminio susirinkimui?

- Taip
- Ne
- Kita (įrašykite savo variantą)

5. Kiek vidutiniškai laiko užtrunka susirinkti reikiamus furnitūros komponentus?
- Iki 1 valandos
 - Iki dviejų valandų
 - 3-4 valandos
 - 5 valandos
 - Kita (įrašykite savo variantą)
6. Ar būna tokių atvejų, jog reikiamų furnitūros komponentų nėra ir tenka laukti pristatymo iš tiekėjų?
- Taip
 - Ne
 - Kita (įrašykite savo variantą)
7. Kaip dažnai tenka laukti trūkstamos furnitūros komponentų pristatymo iš tiekėjų?
- Kartą per mėnesį
 - Du kartus per mėnesį
 - Tris, keturis kartus per mėnesį
 - > nei keturis kartus per mėnesį
8. Kiek laiko užtrunka, kol susirenkate reikiamas gaminio detales iš skirtingų cechų?
- Iki 1 valandos
 - Iki dviejų valandų
 - 3-4 valandos
 - 5 valandos
 - Kita (įrašykite savo variantą)
9. Ar visada randate reikiamas detales cechuose?
- Taip
 - Ne
 - Kita (įrašykite savo variantą)
10. Ar dažnai tenka (jei atsakėte į 9 klausimą taip) pergaminti detales, kurių nepavyko rasti?
- Dažnai
 - Kartais
 - Retai
 - Niekada
 - Kita (įrašykite savo variantą)
11. Kiek laiko užtrunka (jei atsakėte į 9 klausimą taip) kol yra pagaminamos naujos, trūkstamos detalės?
- Iki 1 valandos
 - Iki dviejų valandų
 - 3-4 valandos
 - Kita (įrašykite savo variantą)

Klausimų blokas B:

Pasirinkite, jums tą atsakymą, kuris atrodo teisingiausias : 1 – visiškai nesutinku, 2 – iš dalies sutinku, 3 – nei sutinku, nei nesutinku, 4 – sutinku, 5 – visiškai sutinku.

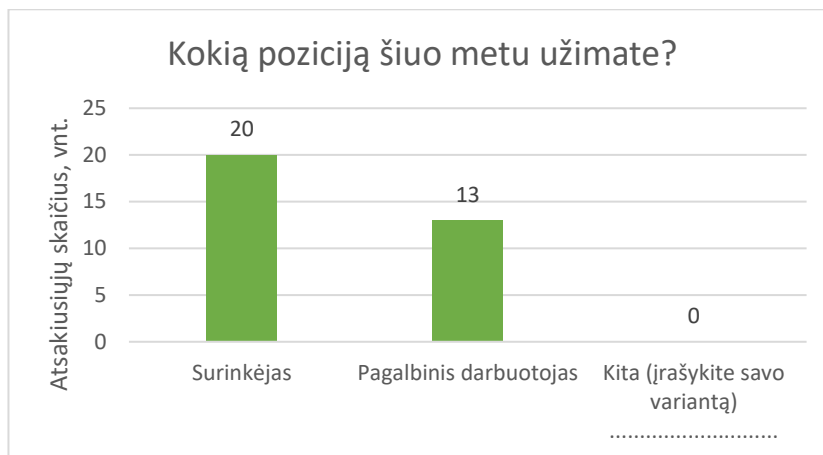
Teiginiai		Atsakymų skalė				
1.	Lengvai randu reikiamą informaciją, kuri yra reikalinga atlikti tiesioginiam darbui.	1	2	3	4	5
2.	Įmonės vadovai informuoja apie pasikeitimus, naujoves, tikslus, misija, vizija ir kt. svarbius dalykus, kurie vyksta įmonėje.	1	2	3	4	5
3.	Tiek mano, tiek kolegų darbo krūvis paskirstomas vienodai.	1	2	3	4	5
4.	Mano tiesioginis darbas, su juo susiję procesai turi aiškias instrukcijas, kiekvienas procesas turi aiškų aprašymą.	1	2	3	4	5
5.	Visi procesai surinkimo ceche yra standartizuoti	1	2	3	4	5
6.	Ar priimtume pokyčius, kurie palengvintų jūsų kasdienį darbą?	1	2	3	4	5
7.	Įmonė turi nusistačiusi aiškiai savo produktų, gaminių kokybės metodus, jų analizavimo ir sprendimo būdus	1	2	3	4	5
8.	Darbuotojams skiriami mokymai, kurie susiję su jų tiesioginiu darbu	1	2	3	4	5
9.	Įmonė standartizavo ir aprašė visus įmonėje vykstančius procesus	1	2	3	4	5
10.	Ar norėtume, jog surinkimo ceche būti pritaikyti Lean gamybos sistemos principai, įrankiai ir metodai?	1	2	3	4	5

Ačiū, kad dalyvavote apklausoje, atsakymai bus panaudoti pagerinant jūsų tiesioginį darbą.

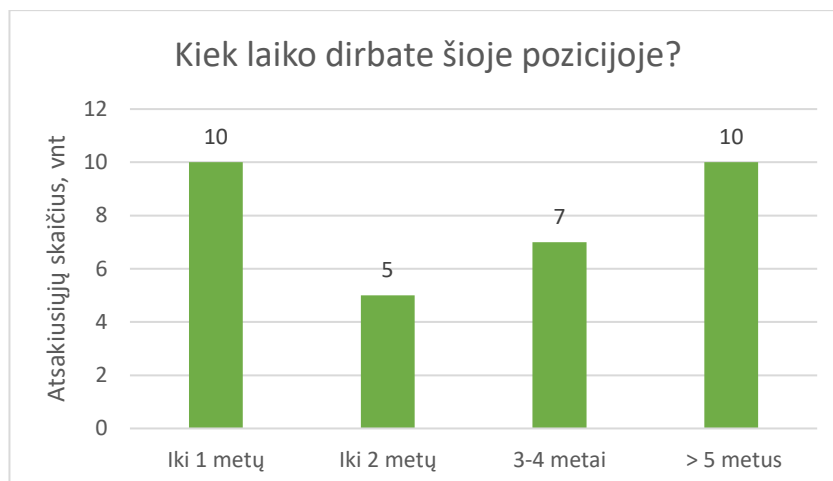
2 priedas. Apibendrinti apklausos rezultatai

Susisteminti apklausau rezultatai ir pateikti grafiškai:

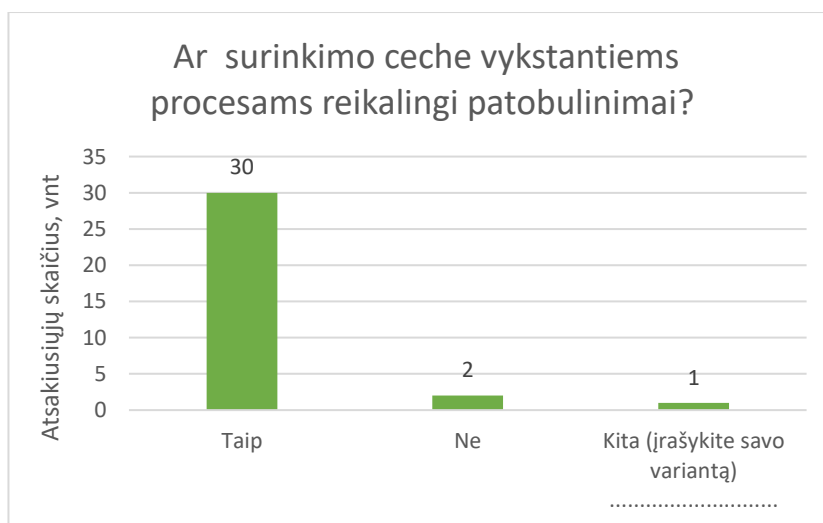
1. Kokią poaziciją šiuo metu užimate?



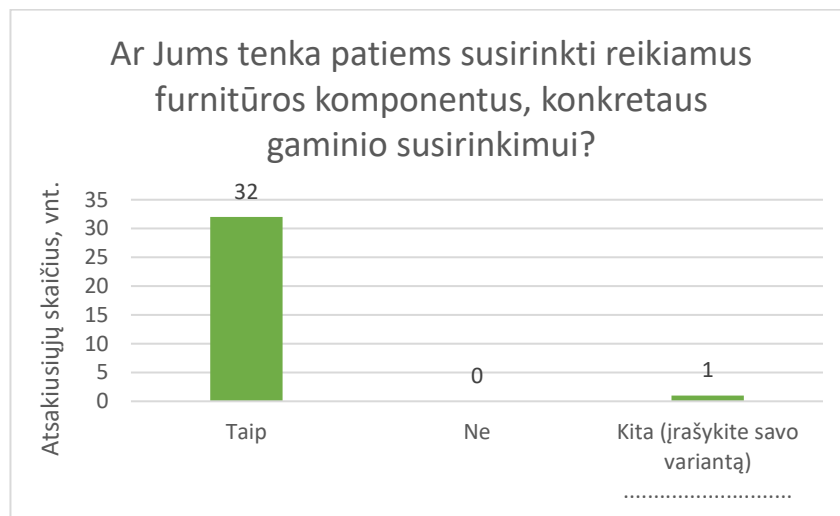
2. Kiek laiko dirbate šioje pozicijoje?



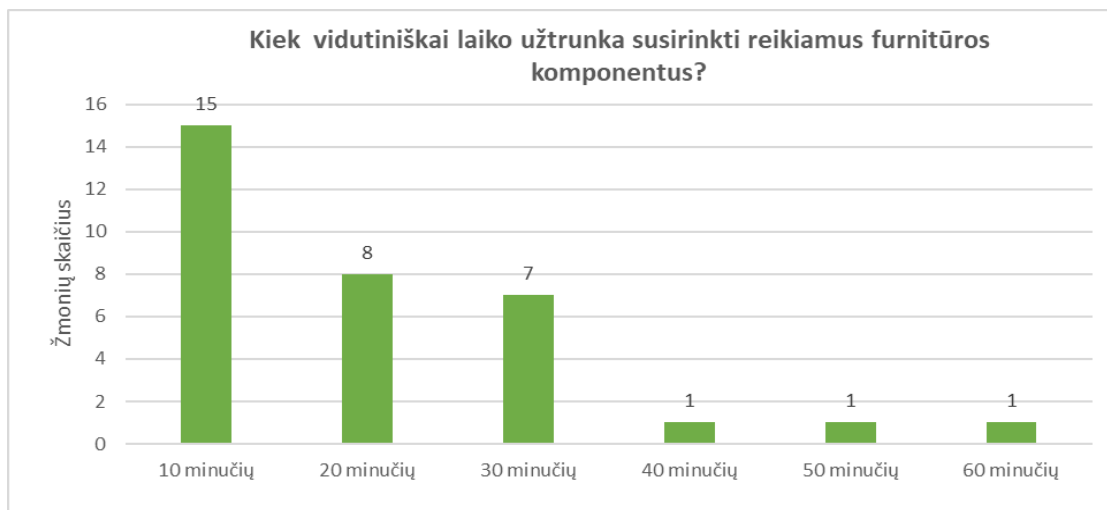
3. Ar surinkimo ceche vykstantiems procesams reikalingi patobulinimai?



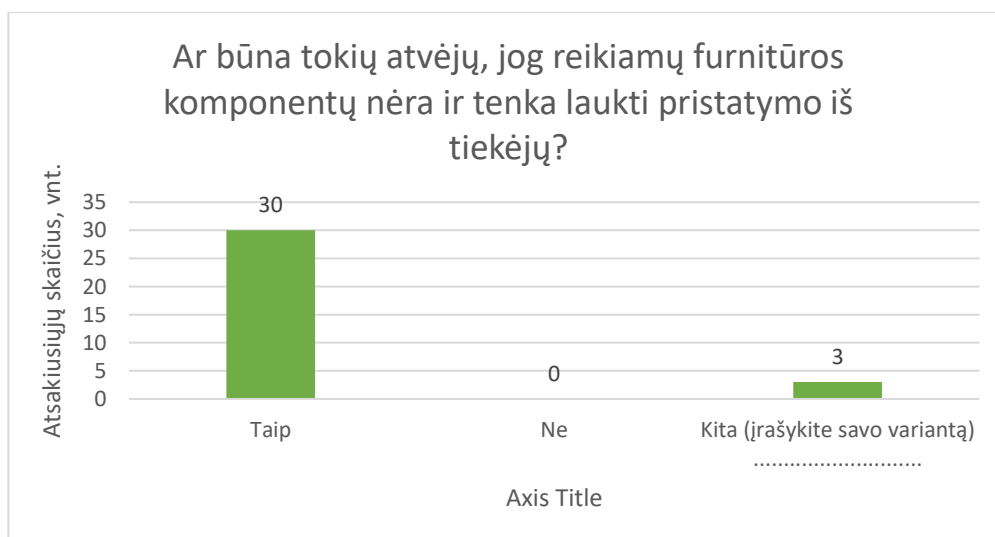
4. Ar jums tenka patiems susirinkti reikiamus furnitūros komponentus, konkretaus gaminio susirinkimui?



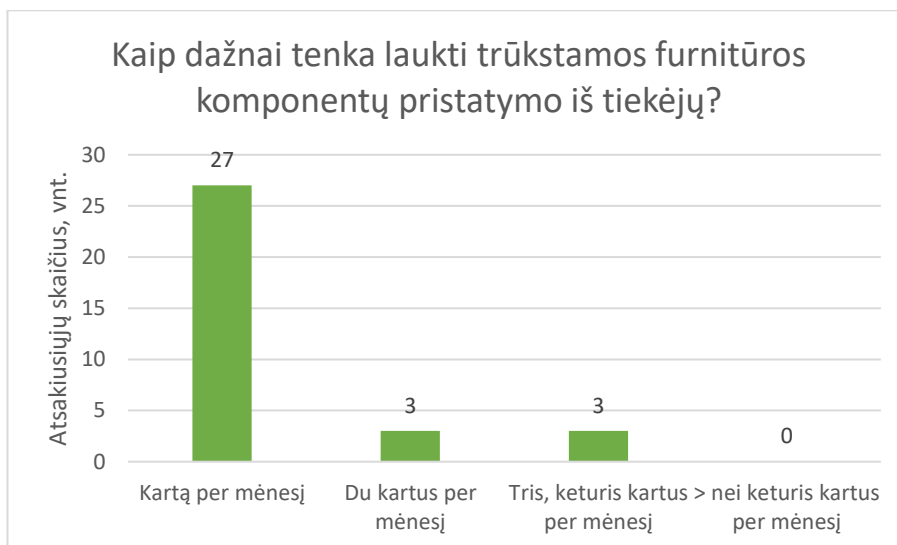
5. Kiek laiko vidutiniškai užtrunka susirinkti reikiamus furnitūros komponentus?



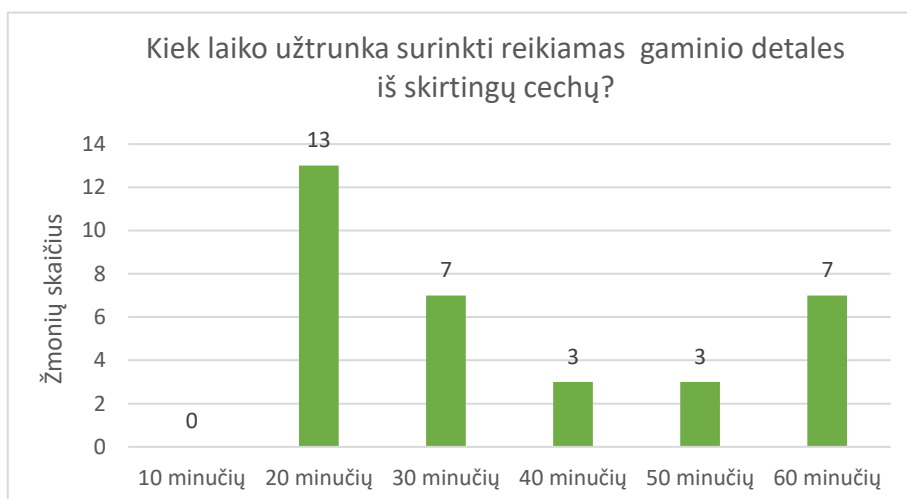
6. Ar būna tokių atvejų, jog reikiamų furnitūros komponentų nėra ir tenka laukti pristatymo iš tiekėjų?



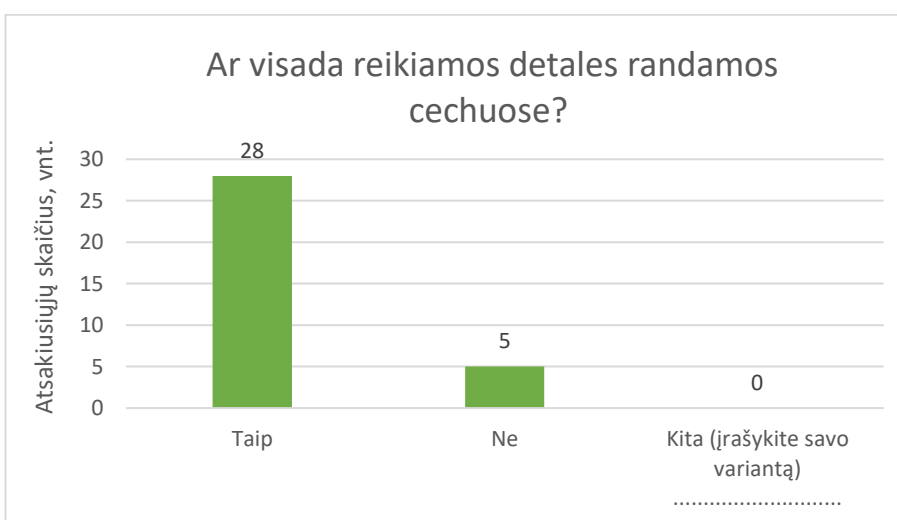
7. Kaip dažnai tenka laukti trūkstamos furnitūros komponentų pristatymo iš tiekėjų?



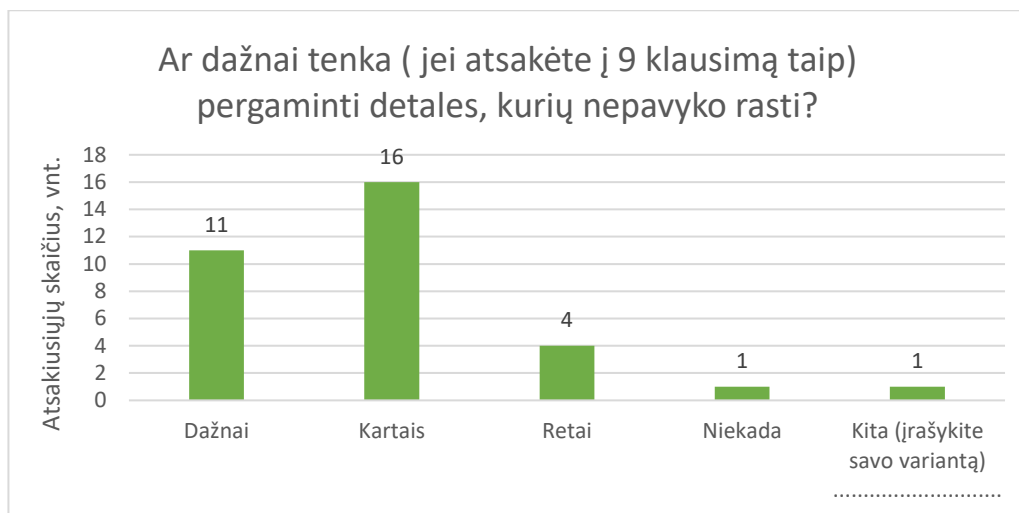
8. Kiek laiko užtrunka, kol susirenkamos reikiamos gaminio detales iš skirtingų cechų?



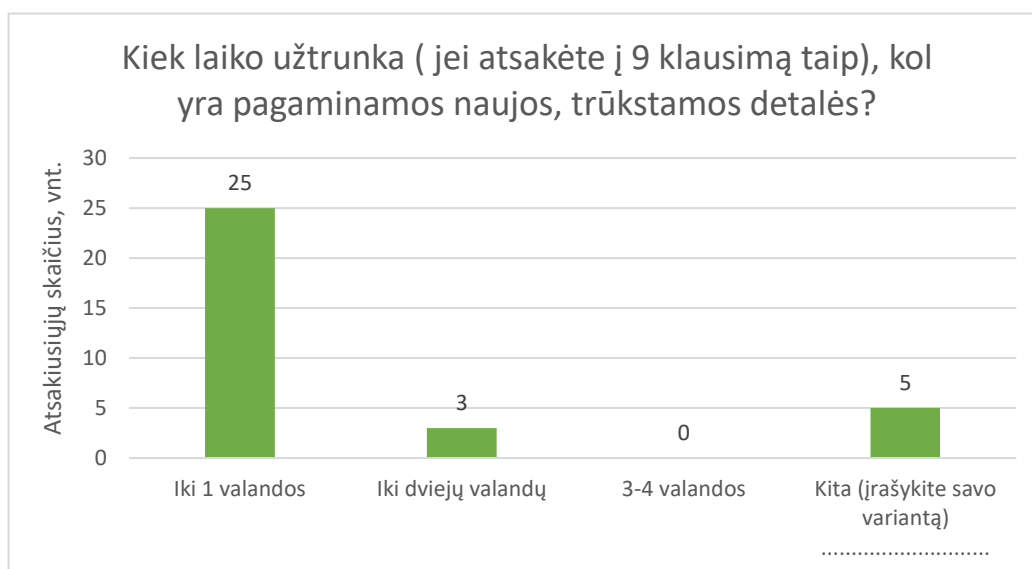
9. Ar visada randate reikiamas detales cechuose?



10. Ar dažnai tenka (jei atsakėte į 9 klausimą taip) pergaminti detales, kurių nepavyko rasti?



11. Kiek laiko užtrunka (jei atsakėte į 9 klausimą taip) kol yra pagaminamos naujos, trūkstamos detalės?



Klausimų blokas B:

Teiginiai		Atsakymų skalė				
1.	Lengvai randu reikiamą informaciją, kuri yra reikalinga atlikti tiesioginiam darbui.	9%	48%	15%	15%	12%
2.	Įmonės vadovai informuoja apie pasikeitimus, naujoves, tikslus, misija, vizija ir kt. svarbius dalykus, kurie vyksta įmonėje.	3%	76%	12%	9%	0%
3.	Tiek mano, tiek kolegų darbo krūvis paskirstomas vienodai.	12%	15%	48%	15%	9%
4.	Mano tiesioginis darbas, su juo susiję procesai turi aiškias instrukcijas, kiekvienas procesas turi aiškų aprašymą.	85%	6%	6%	3%	0%
5.	Visi procesai surinkimo ceche yra standartizuoti	30%	52%	9%	6%	3%
6.	Ar priimtume pokyčius, kurie palengvintų jūsų kasdienį darbą?	0%	0%	0%	3%	97%
7.	Įmonė turi nusistačiusi aiškiai savo produktų, gaminių kokybės metodus, jų analizavimo ir sprendimo būdus	12%	9%	76%	0%	3%
8.	Darbuotojams skiriami mokymai, kurie susiję su jų tiesioginiu darbu	6%	9%	3%	30%	52%
9.	Įmonė standartizavo ir aprašė visus įmonėje vykstančius procesus	48%	15%	15%	12%	9%
10.	Ar norėtume, jog surinkimo ceche būtų pritaikyti Lean gamybos sistemos principai, įrankiai ir metodai?	0%	0%	6%	9%	85%

3 priedas. „Kaizen“ lentos pavyzdys X baldų įmonei [šaltinis: sudarė darbo autorė].

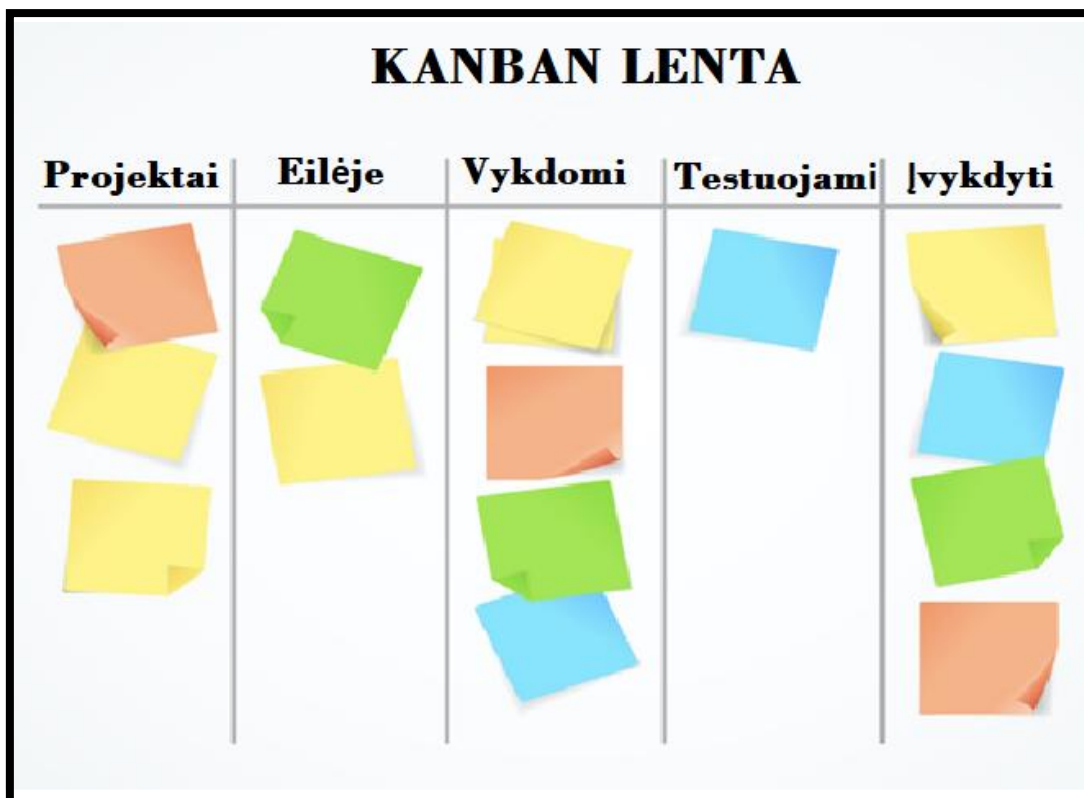


Pavyzdys kaip turėtų atrodyti paraiškos forma, įdėjos teikimui „Kaizen“ lentai:

„Kaizen“ paraiškos forma		
Data:	Idėjos autorius(nebūtina):	Vieta:
Problema ar idėja	Paaiškinkite kodėl to reikia	Rezultatas
Kaip problema sprendžiama dabar?	Kokie atliekas tai sumažintų?	Nauda
BLOGŲ ĮDĖJŲ NEBŪNA !		

Visos teisingai užpildytos formos patenka į „Kanban“ lentas, į reikiamą grafą, kuri aiškiai nurodo, kurioje gamybos stadijoje, ar kuris procesas yra atliekamas, konkrečiam gaminiui.

Pavyzdys kaip turėtų atrodyti X baldų įmonėje „Kanban“ lenta:



Taip pat naudojant „Kanban“ lentas visada galima ir net rekomenduoja pasitelkti ir vizualų valdymą ir įterpti konkrečias spalvas, kurios dar aiškiau padėtų suprasti, kuris projektas yra skubus ir vėluojantis, kuris yra koreguojamas, ar kuris iš projektų jau yra pabaigtas, pavyzdžiui, spalvos galėtų reikšti:

- Raudona – skubu, vėluojantis projektas.
- Žalia – projektas jau įgyvendintas.
- Melyna – projektą reikia koreguoti.
- Geltona – projekto gaminiai yra testuojami.

International Young Researchers Conference

V24-11-11

INDUSTRIAL engineering 2022



Certificate

This certificate confirms that

Karina Steponavičiūtė

attended in International Young Researchers Conference
"Industrial Engineering 2022" and published the paper

**Combined Application of Lean Manufacturing Systems and
Industry 4.0 in a Manufacturing Companies**

in the conference notification material

Dean of the Faculty of
Mechanical Engineering
and Design
dr. Andrius Vilkauskas



faculty of mechanical
engineering
and design