



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Įmonės X gamybos proceso modernizavimas

Baigiamasis magistro projektas

Teresė Asta Vitartaitė
Projekto autorė

Doc. dr. Rūta Rimašauskienė
Vadovė

Kaunas, 2019



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Įmonės X gamybos proceso modernizavimas

Baigiamasis magistro projektas
Gamybos inžinerija (6211EX015)

Teresė Asta Vitartaitė
Projekto autorė

Doc. dr. Rūta Rimašauskienė
Vadovė

Lekt. dr. Darius Eidukynas
Recenzentas

Kaunas, 2019



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas
Teresė Asta Vitartaitė

Įmonės X gamybos proceso modernizavimas

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Teresės Astos Vitartaitės, baigiamasis projektas tema „Įmonės X gamybos proceso modernizavimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

MAGISTRANTŪROS STUDIJŲ BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Kauno technologijos universitetas

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Studijų programa Gamybos inžinerija (6211EX015)

Magistrantūros studijų baigiamojo projekto užduotis

Studentui(-ei) Teresei Astai Vitartaitei

1. Baigiamojo projekto tema:

Įmonės X gamybos proceso modernizavimas

Modernization of Manufacturing Process at Enterprise X

Patvirtinta 2018 m. lapkričio 29 d. dekanų potvarkiu Nr. V25-11-14

2. Projekto tikslas ir uždaviniai:

Darbo tikslas: iširti gamybos proceso modernizavimo galimybes transporto valdymo sprendimus kuriančioje įmonėje ir pateikti modernizavimo sprendimus gamybos procese.

Uždaviniai: Atlikti gamybos proceso modernizavimo galimybių literatūros analizę; Išanalizuoti įmonėje gaminamų GPS gaminių technologinį procesą ir nustatyti jo trikdžius; Atlikus tyrimą, pateikti gamybos proceso modernizavimo sprendimus

3. Pradiniai projekto duomenys: Esamas įmonės X gamybos procesas

4. Pagrindiniai reikalavimai ir sąlygos: darbas turi būti atliktas remiantis Lean metodika.

5. Projekto aprašomosios dalies struktūra: įvadas, gamybos proceso modernizavimo mokslinėje literatūroje analizė, gamybos proceso tyrimas analizuojamoje įmonėje, gamybos proceso modernizavimo siūlymai ir rezultatai, išvados.

6. Grafinės projekto dalies sudėtis: Nėra

7. Projekto konsultantai: Nėra

Studentas

Terese Asta Vitartaite

(vardas, pavardė, parašas, data)

Projekto vadovas

Doc. dr. Rūta Rimašauskienė

(vardas, pavardė, parašas, data)

Krypties studijų programos vadovas

Doc. dr. Regita Bendikienė

(vardas, pavardė, parašas, data)

Turinys

Įvadas	10
1. Gamybos procesas naujinimo galimybės	11
1.1. Inovacijų poreikis verslui	11
1.2. Pareto analizė įmonės veiklos vertinimui	13
1.3. Gamybos proceso modernizavimas taikant 5S metodą.....	15
1.4. Gamybos svyravimų eliminavimas	17
2. Gamybos procesas „X“ įmonėje	21
2.1. Įmonės X veikla	21
2.2. Įmonės gaminių gamybos kelias	23
2.3. Įmonės „X“ gamybos skyriaus SSSG analizė	26
2.4. Pareto analizė ir priežasčių – pasekmių analizė	29
3. Gamybos proceso modernizavimo pasiūlymai	36
3.1. 5 S diegimas gamybos skyriuje.....	36
3.2. Gamybos dienos darbų planavimas.....	41
3.3. Modernizavimo ekonominė nauda	44
Išvados	47
Literatūros sąrašas	48
Priedai	51

Paveikslų sąrašas

1.1 pav. Efektyvumo didinimo mažinant nuostolius teorinis modelis [4].....	11
1.2 pav. Inovacijų diegimo proceso aplinka [5]	12
1.3 pav. Heijunka lentos panaudojimas gamybos procese [16]	19
2.1 pav. Įmonės parduoti gaminiai pagal grupes 2017 m., proc.....	22
2.2 pav. Gaminių gamybos proceso pradžia.....	23
2.3 pav. Gamybos proceso gaminio surinkimas.....	24
2.4 pav. Gaminių gamybos algoritmo pakavimo dalis	25
2.5 pav. Įmonės greičiausiai surenkamas gaminys. [23]	25
2.6 pav. Įmonės ilgiausiai renkamas gaminys [23]	26
2.7 pav. Įmonės pristatymo tikslumas 2017-2018 m.....	28
2.8 pav. Pristatymo tikslumo priežasčių Pareto diagrama.....	30
2.9 pav. Žaliavų trūkumo priežasčių – pasekmių diagrama	31
2.10 pav. Gamybos pajėgumų priežasčių – pasekmių diagrama.....	33
2.11 pav. Gamybos plano lenta vienai dienai [23]	34
3.1 pav. Surinkėjo judėjimo spageti diagrama	36
3.2 pav. Surinkimo kiekių pokytis procentais	38
3.3 pav. Tiesioginės gamybos išlaidos gaminiui lapkričio mėn., Eur.	39
3.4 pav. Tiesioginių gamybos išlaidų sumažėjimas, Eur.	40
3.5 pav. Atnaujinta gamybos planavimo lenta [23].....	41
3.6 pav. Dienos kiekis pradėjus taikyti Heijunka, vnt.	42
3.7 pav. Pagaminti kiekiai spalio – lapkričio mėn., vnt.	43
3.8 pav. Paskutinių gamybos mėn. pristatymo tikslumas.....	43
3.9 pav. Gamybos skyriaus pagaminti kiekiai ir efektyvumas., vnt. ir proc.	44
3.10 pav. Pardavimų savikaina ir pardavimų pajamos už lapkričio mėn., Eur.	45
3.11 pav. Bendrojo pelno (nuostolių) pokytis po savikainos pasikeitimo. Eur.....	46

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Eco gaminių grupės pagaminti kiekiai 2017m., vnt.	23
2 lentelė. Gaminių surinkimo laikai, s/vnt.	24
3 lentelė. Gamybos skyriaus SSGG analizė	27
4 lentelė. Gaminių PPM rodiklis 2017m., vnt.	27
5 lentelė. Reikalingi įrankiai ant darbo stalo surinkėjui	37
6 lentelė. Pirktinų prekių sąrašas visoms surinkimo darbo vietoms sutvarkyti.....	37
7 lentelė. 5 S įdiegimo rezultatai	38
8 lentelė. Planuojami gamybos kiekiai lapkričio mėn., vnt.....	39
9 lentelė. Bendrojo pelno iš parduotų gaminių procentinis pokytis, proc.	46

Vitartaitė, Teresė Asta. Įmonės X gamybos proceso modernizavimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovė doc. dr. Rūta Rimašauskienė; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

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

Reikšminiai žodžiai: gamybos procesas, modernizavimas, 5S, Heijunka, Pareto analizė.

Kaunas, 2019. 55 p.

Santrauka

Įmonės visuomet siekia būti modernios ir patrauklios savo esamiems ar potencialiems klientams, todėl jos turi būti atviros naujovėms. Inovacijos turi būti naudojamos ir gamyboje. Gamybos proceso modernizavimas buvo atliekamas transporto valdymo sprendimus kuriančioje įmonėje.

Darbo tikslas – ištirti gamybos proceso modernizavimo galimybes transporto valdymo sprendimus kuriančioje įmonėje ir pateikti modernizavimo sprendimus gamybos procese. Analizuojant mokslinėje literatūroje pateikiamas modernizavimo galimybes, darbe buvo tiriamas 5S įrankio poveikis gamybos procesui ir tikslesnio planavimo galimybės pagal heijunka metodologiją. Atlikus gamybos proceso modernizavimą, įmonės vidiniai rodikliai pradeda gerėti, gaminių savikaina sumažėjo, o įmonės bendrasis pelnas padidėjo.

Vitartaitė, Teresė Asta. Modernization of Manufacturing Process at Enterprise X. Master's Final Degree Project / Supervisor Assoc. Prof. Dr. Rūta Rimašauskienė; 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: manufacturing process, modernization, 5S, Heijunka, Pareto analysis.

Kaunas, 2019. 55 pages.

Summary

Most of the companies are seeking to be modern and attractive both to the current and potential clients. That is why they have to be open to innovation which should be used in the production too. The modernization of production process was carried out in the company that develops transport management solutions.

The aim of the thesis is to investigate the possibilities of modernizing the production process in a company that develops transport management solutions and to provide modernization solutions in the production process. Analyzing the possibilities of modernization presented in the scientific literature, the work examined the impact of the 5S tool on the production process and the possibilities of more precise planning according to the Heijunka methodology. After the modernization of the production process, the internal indicators of the company start to improve, the cost of the products has decreased, and the company's gross profit has increased.

Ivadas

Įmonės rinkoje stengiasi būti konkurencingos ir savo klientams siūlyti tik pačius geriausius savo produktus. Intensyvėjant rinkų ir ekonomikos dalyvavimui tarptautinėse rinkose, įmonės turi modernizuoti savo veiklą ir tokiu būdu spręsti konkurencingumo problemas. [1] Įmonės žinodamos savo stiprybes ir silpnybes, gali prisitaikyti prie besikeičiančios rinkos ir lengviau diegti inovacijas, keisti savo produktus, gamybą. Didėjant įmonių dalyvavimui tarptautinėse rinkose, smulkesnėms įmonėms gali kilti iššūkis spėti pagaminti tiek, kiek šiuo metu reikia.

Problema: įmonės pardavimo kiekiai didėja, gamybos skyrius nespėja gaminti pagal poreikį, todėl reikia rasti būdą kaip optimizuoti gamybos procesą.

Darbo tikslas: iširti gamybos proceso modernizavimo galimybes transporto valdymo sprendimus kuriančioje įmonėje ir pateikti modernizavimo sprendimus gamybos procese.

Uždaviniai:

1. Atlikti gamybos proceso modernizavimo galimybių literatūros analizę;
2. Išanalizuoti įmonėje gaminamų GPS gaminių technologinį procesą ir nustatyti jo trikdžius;
3. Atlikus tyrimą, pateikti gamybos proceso modernizavimo sprendimus.

Tikslui pasiekti buvo naudotos priemonės: literatūros analizė, SSGG analizė, Pareto histograma, Priežasčių ir pasekmių diagrama, spageti diagrama.

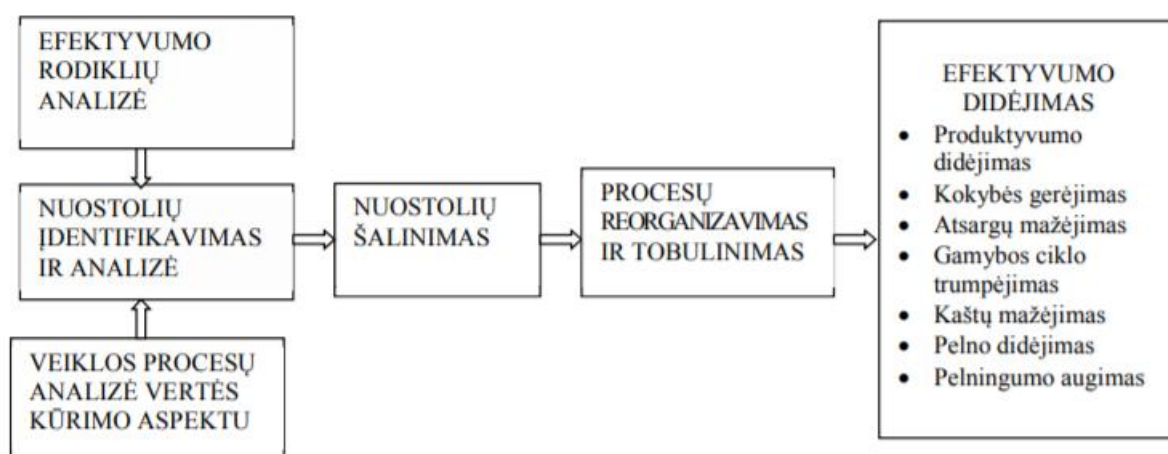
1. Gamybos procesas naujinimo galimybės

Kintant gamybos veiksniams reikalingas ir gamybos proceso atnaujinimas. Proceso naujinime dalyvauja naujausios veiksmingos pasaulyje vyraujančios metodikos. Viena svarbiausių gamybos proceso naujinimo priežasčių būna gamybos pralaidumo didinimas, o tam tikslui pasiekti plačiai visame pasaulyje naudojama lean metodika [2]. Lean metodikoje yra daugybė priemonių, kaip pritaikius jas procese galima sutaupyti laiko ir padidinti veiklos efektyvumą.

1.1. Inovacijų poreikis verslui

Nuolat atvira inovacijoms įmonė gali pasiekti didelių laimėjimų tiek įmonės viduje, tiek pačioje rinkoje. Chesbrough G., W., Garman A., R (2009) teigia dėl inovacijų dėka įmonė turi galimybę augti, taip pat straipsnyje pateikiama, kad atsigauant ekonomikai, įmonės, kurios laikosi tradicinio požiūrio gali atsigauti ne taip sparčiai, kaip tos, kurios yra atviros inovacijoms: įmonė tampa patraukli gabiems darbuotojams, joje generuojamos naujos idėjos. [3]

Baliukonis ir Čiarnienė (2014) straipsnyje analizuoja efektyvumo didinimo galimybe mažinant nuostolius [4]. Autoriai pateikia, kad naudojant mažiau resursų galima pasiekti didesnę vertę vartotojui ir didesnę konkurencingumą rinkoje. Straipsnyje pateikiama, kad įmonės veiklos nuostoliai gali būti trijų kategorijų: žmonės, medžiagos ir įrengimai. Apžvelgiamos visos septynios teorinės nuostolių rūšys, taip pat autorius pastebi, kad literatūroje yra nurodoma ir aštunta nuostolių rūšis – darbuotojų minčių, idėjų neišnaudojimas. Šis nuostolis pasireiškia, kai yra nedėmesingas požiūris į darbuotoją, taip patiriama prarasta nauda įmonei. Autoriai įvertinę literatūrinę nuomonę, pateikia efektyvumo didinimo modulį mažinant nuostolius (ž.r. 1.1 pav.).

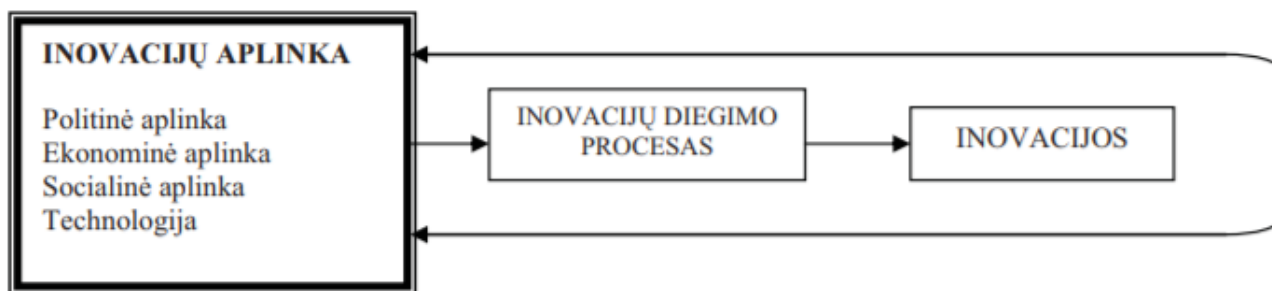


1.1 pav. Efektyvumo didinimo mažinant nuostolius teorinis modelis [4]

Remdamiesi autorių modeliu, pastebimas etapas proceso reorganizavimas ir tobulinimas. Šiuo efektyvumo didinimo etapu yra siekiama atnaujinti esamą situaciją, kad darbuotojai geriau ir

produktyviau galėtų dirbti. Autoriai teigia, kad sumažinus nuostolius, padidės produktyvumas, kas turi įtakos veiklos efektyvumui, kokybė pagerės, gamybos ciklas sutrumpės. Kas reiškia, kad reikia įmonės veikloje inovacijų veiklos pagerinimui.

Sapiegienė ir kiti [5] analizuodami inovacijų diegimo procesą Šiaulių miesto gamybinėse įmonėse, teigia, kad inovacinė veikla ir jos plėtojimas yra sudėtingi ar netgi prieštaringi procesai, kurioms reikia specialių priemonių. Straipsnyje pateikiamas Valentinavičiaus inovacijų diegimo procesas (ž. r. 1.2 pav.)



1.2 pav. Inovacijų diegimo proceso aplinka [5]

Autoriai teigia, kad inovacijų diegimo procesas yra palaikomas ištekliais ir informacija per 1.2 pav. pateikiamas aplinkas. Straipsnyje analizuojami įvairūs inovacijų modeliai: linijinis – išreiškiantis tradicinę žinių generavimo viziją, kur mokslinės žinios traktuojamos kaip viešasis produktas. Taip pat analizuojamas ciklinis inovacijų plėtros modelis, kurio pagrindinis privalumas ir skirtumas su linijiniu – grįžtamojo ryšio buvimas. Tai leidžia sumažinti klaidų tikimybę kituose etapuose bei sužinoti vartotojų poreikius. Atlikus įmonių apklausas, nustatyta, kad įmonėse yra formuojami ir įgyvendinami pagrindiniai trumpalaikiai inovaciniai projektai, nukreipti į produkciją ir technologijas. Nustatyta, kad pagrindiniai veiksniai lemiantys inovatyvumą yra noras didinti klientų pasitenkinimą, kadangi tai tiesiogiai daro įtaką pelno didėjimui.

Pogosian'a ir Dzemyda [6] teigia, kad inovacija yra laikoma būtinu elementu verslume, kuris neša sėkmę. Autoriai taip pat pateikia inovacijos svarbą konkurencingumo palaikymui. Straipsnyje teigiamas, kad tradiciškai inovacijos yra siejamos su technologinių žinių panaudojimu, kadangi dauguma literatūros pavyzdžių yra iš farmacinės, elektroninės ar chemijos industrijos. [6] Autoriai teigia, kad norėdami atsinaujinti, visos sritys gali naudoti inovacijas. Išanalizuotoje autorių literatūroje teigiama, kad galima išskirti keturis inovacijų tipus: Produkto inovacija, veiklos inovacija, organizacinė inovacija ir rinkos inovacija. Siekiant modernizuoti gamybos procesą, veiklos inovacija yra viena svarbiausių inovacijų gamybos skyriui. Autoriai pateikia, kad mokslinėje literatūroje vienas pagrindinių veiksnių lemiančių inovacijų poreikį yra tarporganizacinis bendradarbiavimas: su kitomis įmonėmis ir su mokslo institucijomis.

Krušinskas ir Benetytė [1] straipsnyje pateikia inovacijų svarbą įmonėms dėl jų konkurencingumo tarptautiniu mastu. Autoriai atlikę mokslinę analizę teigia, kad inovacijos yra įvairialypis procesas, kuriuo siekiama sėkmingai pritaikyti naujas technologijas, idėjas ir metodus. Straipsnyje pateikiama matematinė inovacijų apskaičiavimo metodika, kuria galima įsivertinti investicijų atsiperkamumą. Apibendrinant straipsnį pateikiama, kad inovacijos nėra ilgaamžės, todėl reikia naujų tyrimų ir išradimų, kad išsilaikyti rinkoje ir sėkmingai plėsti veiklą. Taip pat pabrėžiama, kad inovacijos yra viena iš priemonių, kuria galima modernizuoti savo veiklą. Kaip ir kiti autoriai [4], Krušinskas ir Benetytė pateikia, kad įmonės vidinės inovacinės veiklos problemos gali pasireikšti per darbuotojų požiūrį į naujovių realizavimą ir jų pačių idėjų generavimą, todėl įmonės gali neišnaudoti inovacijų potencialo modernizuojant įmonės veiklą. Konkurencingumui palaikyti taip pat naudojami lean metodai, todėl svarbu ją įgyvendinti ir platinti organizacijos veikloje [2]. Lean metodika nėra nauja koncepcija rinkoje, tačiau pastaruoju metu ji buvo įdiegta sveikatos priežiūros, informacinių technologijų ir administracijos srityse. Militec'as ir Militec'as [2] pateikia, kad lean metodika yra pageidautina dėl savo paprastumo ir didelio poveikio organizacijos veikloje.

Apibendrinant galima teigti, kad inovacijos įmonėse yra laukiamas dalykas, inovacijų proceso diegimas yra sudėtingas ir nuolat kintantis dalykas. Remiantis analizuota literatūra galima teigti, kad inovatyvi įmonė yra patrauklesnė įmonė klientui dėl savo naujoviško požiūrio ir taikomų metodų.

1.2. Pareto analizė įmonės veiklos vertinimui

Pareto analizė taip vadinama, kadangi ją pristatė italų ekonomistas Vilfred'as Pareto, kuris dirbo su pajamomis ir kitais nelygiais paskirstymais XIX a.. Esminis jo pastebėjimas susijęs su turto: 80 proc. turto priklauso tik 20 proc. gyventojų, pagal tai 1950 m. Juran'as sukūrė Pareto principą. Kerzner'is [7] analizuodamas savo darbuose septynis kokybės vadybos įrankius teigia, kad Pareto diagrama yra specialus histogramos tipas, kuris padeda identifikuoti ir nustatyti probleminių sričių prioritetus, autorius taip pat teigia, kad Pareto analizė yra žinomiausia, paprasčiausia kiekybinė valdymo technika [7]. Pareto principas teigia, kad keletas esminių priežasčių dažniausiai paaiškina didžiąją dalį rezultato [7, 8]. Priežastims rasti duomenys renkami, klasifikuojami pagal priežasčių tipą ar klasę, ir po to yra vertinamos. Šitokia Pareto analizė turi keletą ypatumų:

- Esant nedideliame duomenų kiekiui, pareto diagrama gali neparodyti didelio skirtumo tarp priežasčių;
- Priežastys gali prarasti savo aktualumą laiko atžvilgiu, nes po savaitės esanti rimta priežastis, gali būti ne problema šią savaitę, ypač kai nesiimta jokių veiksmų jai spręsti;

- Jei Pareto analizė naudojama priežasčių vertinimo per tam tikrą laiką analizei, ji nepateikia jokios informacijos dėl atskirų priežasčių tendenciškumo ar jų atsiradimo dažnumo.

Pastebima, kad Pareto analize nustatoma, kur svarbiausia nukreipti savo jėgas, kad normalizuoti procesą. Pareto analizės konstrukcija gali apimti duomenis, surinktus iš jau buvusių duomenų, techninės apžiūros, remonto duomenų ar kitus galimus šaltinius. Kerzner'is teigia, kad Pareto diagrama akcentuoja dažniausiai pasitaikančius elementus [7].

Parėto analize atskleidžiamos priežastys be daugelio kitų, darančios didžiausią poveikį. Parėto principas - 80 proc. problemų kyla dėl 20 proc. priežasčių [8]. Dunford'as *ir kiti* nagrinėjo Pareto matematinius modelius siekdamas išsiaiškinti ar Pareto dėsnis pasiteisina žmonių turto pasiskirstyme [8]. Autoriai analizavo Forbes turtingiausių ir pasaulio BVP pasiskirstymą, siekdami išsiaiškinti ar Pareto dėsnis pasiteisina. Atlikus analizę, paaiškėjo, kad Forbes tyrimo rezultatams 80/20 taisyklė nėra tiksliai atitinkanti, tačiau yra Pareto taisyklė palaikoma. Lyginant BVP duomenis, Pareto principas su naujais duomenimis nebuvo toks tikslus kaip buvo tikėtasi, tačiau su senaisiais duomenimis atitiko tobulai. Autoriai apibendrinami įvardijo, kad tokie rezultatai galėjo būti dėl didelės pajamas gaunančių žmonių sulėtėjusių pajamų augimo, būtent dėl to Pareto principas ir neatitiko taisyklės.

Parėto analizė naudinga tada, kai grupė rengia idėjų varžybas ir yra jau sudariusi priežasčių - padarinio diagramą. Pareto diagramai sudaryti reikalingi tokie etapai: 1. Analizės objekto apsibrėžimas. 2. Informacijos surinkimas naudojant tą patį matavimo vienetą kiekvienam elementui. 3. Informacijos surinkimas kategorijomis. 4. Duomenų perkėlimas į diagramą.

Pateikiama, kad yra trys Pareto analizės naudojimo būdai ir tipai. Kerzner'is teigia, kad pagrindinė Pareto analizė parodo, kad labai mažai respondentų nesusiduria su dauguma kokybės problemų [7]. Taigi trys Pareto analizės: lyginamoji, svertinė ir pagrindinė. Lyginamoji Pareto analizė skirta bet kokiam programos funkcijų ar veiksmų kiekiams. Autorius pateikia, kad svertinė analizė pirmiausia suteikia svarbios reikšmės veiksmus, kurie iš pradžių gali pasirodyti reikšmingais. Tai galėtų būti sąnaudos, laikas, kritiškumas. Pagrindinė Pareto analizė pateikia dažniausiai pasitaikančių įvykių įvertinimas bet kurio duomenų rinkinio. Verslo procesų vadyboje Pareto principas turėtų būti taikomas kiek įmanoma plačiau: jis leidžia mažomis sąnaudomis greitai pagerinti kokybę, sumažinti savikainą ir optimizuoti procesus. Praktikoje tai atliekama, vykdant statistinę priežasčių ir pasekmių analizę, pvz., dėl ko gaunami patys neigiamiausi balai, tiriant klientų pasitenkinimą, kokios klientų kreipimūsi priežastys, kokios prekių gabenimo uždelsimo priežastys, kokios gedimų priežastys .

Apibendrinant, galima teigti, kad Pareto analizės diagrama yra specialus histogramos tipas, kuris padeda identifikuoti ir nustatyti probleminių sričių prioritetus. Remiantis šiais duomenimis nustatoma, kurie veiksniai yra svarbiausi ir kuriuos reikia spręsti, taip pagerinant proceso eigą.

1.3. Gamybos proceso modernizavimas taikant 5S metodą

Kiekviena įmonė siekdama iš gaminti geriausius produktus savo klientams, siekia patirti ir kuo mažiau nuostuolių. Baliukonis ir Čiarnienė teigia, kad įmonės kovoja su nuostoliais remiantis vadybine filosofija, kuomet siekiama vartotojui sukurti kuo daugiau savo produkcijos vertės [4]. Pateikiama, kad principas paprastas – pašalinti veiklas, kurios nesukuria vertės vartotojams, tai gali būti medžiagų ir žaliavų nuostoliai, nereikalingos operacijos, laiko nuostoliai ar įrenginių prastovos. Autoriai pateikia, kad būtent tai apsprendžia priklausomybės tarp nuostuolių mažinimo ir veiklos efektyvumo didinimo pobūdį.

Vienas pagrindinių organizacijose taikomų metodų yra lean 5S metodas, Veres *ir kiti* rašo, kad 5S padeda identifikuoti ir pašalinti didžiausius švaistymus darbo vietoje [9]. Autoriai teigia, kad 5S metodas taip pat padeda kurti ir išlaikyti produktyvią ir kokybišką aplinką organizacijoje. 5S apima 5 fazes:

- Rūšiavimas: susitvarkyti darbo vietą, tai ko nereikia.
- Susikoncentravimas į užsakymą: pasiruošti reikiamas priemones užsakymo vykdymui ir po panaudojimo susidėti tvarkingai, kad būtų lengvai pasiekiami ir prireikus vėl naudojami.
- Blizginimas. Visada nusivalyti savo darbo vietą, kadangi dulkės gali pakenkti gaminiui ir įmonės prestižui
- Standartizavimas. Dokumentuoti ir aiškiai bei suprantamai standartizuoti procedūras
- Palaikymas. Išlaikyti susikurtą tvarką 5S paversti kaip įprotį [9, 10].

Patel *ir kiti* savo darbe paaiškina visų šių metodų panaudojimą didinant efektyvumą, analizuojant skirtingas įmones ir apibendrinant visų įmonių rezultatus nustatyta, kad 5S turi būti įdiegtas visai įmonei ir nuolatos palaikomas [10]. Taip pat apibendrinant autoriai rekomenduoja, kad įdiegus 5S reikia įkurti ir sistemą, kuri kuruotų ir teiktų palyginamąsias ataskaitas su kitomis įmonėmis dėl nuolatinio tobulėjimo. Darant išvadas nustatyta, kad 5S įmonėse kuria teigiamą poveikį, kadangi darbuotojai yra pripratinti prie tvarkos ir drausmės, darbo vietos suženklintos, o įdiegto metodo rezultatai greitai matomi.

Veres *ir kiti* apžvelgdami šiandieninę lean metodikos svarbą verslo pasaulyje, akcentuoja, kad lean metodika yra lanksti ir prisitaikanti prie įmonių poreikių, o 5S yra vienas pirmiausių įrankių įmonės veiklos gerinimui [9]. Autorių analizuota austrų įmonė, savo gamybos padalinius turinti keliose skirtingose šalyse, gaminanti automatinės dalis, 5S diegia kiekvienam savo darbuotojui, vėliau daro kas mėnesinį auditą, kurio rezultatai lemia darbuotojo priedo dalį. Taip siekiama išlaikyti 5S

principus. Autoriai pabrėžia, kad įmonė kiekvienais metais padidino savo rezultatus, atliktas koreliacinis ryšys tarp 5S lygio ir produktyvumo buvo teigiamas, kas yra įrodymas dėl 5S metodo taikymo įmonėje.

Omogbai'us ir Solonitis darbe analizavo tipinę mažų ir vidutinių įmonių problemą, kaip susidoroti su paklausos pokyčiais, klaidomis ir netiksliu planavimu [11]. Analizuojama įmonė užsiima pakuočių spausdinimu ir sezono laikotarpiu įmonė turi daug darbo, vadovų didžiausias rūpestis pristatymo laikai, ir atvirkščiai kai paklausos nėra. Straipsnio tyrimas buvo atliekamas naudojant sistemų dinamikos modelį, kad tobulinti 5S it tuo pačiu didinti gamybos apimtis. Buvo nustatyta laikytis rūšiavimo taktikos, ir atlikus keletą simuliacinių eksperimentų, įmonėje atsirado papildomų spintelių ar lentynų, susijusių proceso dokumentų, darbo priemonių ar mechaninių detalių sandėliavimui. Nustačius, kad trūksta ženklavimo, kad darbuotojai lengviau viską rastų, trūksta instrukcijų, proceso aprašų, šie trūkumai pradėti panaikinti, tačiau paskutinio 5S punkto – palaikymo- nebuvo galima pradėti diegti, dėl neįtvirtintų 4 prieš tai einančių punktų. Per dvi savaites įmonėje buvo įdiegti visi planuoti patobulinimai: lentynos skyriuose buvo aiškiai paženklintos dalimis, įrankiais ar daiktais., o į kiekvieną saugyklos sekciją buvo įklijuoti žemėlapiai, nurodant bendrą daiktų išdėstymą. Taigi, naudojant sistemos modeliavimo metodą, 5S principai teikė dar didesnę naudą įmonės proceso efektyvumui.

Lean gamyba kitaip suprantama kaip lanksti gamyba. Jos esmė yra pagaminti gaminių visiems užsakymams išlaikant kokybę [12]. Tuček'is ir kiti analizuodamas lean gamybos sistemą praktikoje išskyrė vieną svarbiausių dalykų: identifikuoti ir eliminuoti visus švaistymus [12]. Vienoje straipsnio dalyje kalbama apie tai, kad reikia kritiškai vertinti, kas yra aplink, kas yra svarbu darbo vietoje ir kas nereikalinga. Autoriai primena, kad visi švaistymai gali būti eliminuoti per 5S metodą, tačiau reikia jo laikytis, darbuotojai turi suprasti šio metodo prasmę ir entuziastingai priimti taikomas naujoves. Autoriai pateikia, kad šį metodą ir jo taikymą reikia suprasti daug giliau – nuolatinis metodo įgyvendinimas gali pašalinti pagrindinius švaistymus, gali padėti standartizuoti gamybos sistemą, padidinti kokybę, produkcijos kiekį, sumažins naujų darbuotojų mokymų trukmę, nereiks švaistyt laiko įrankių paieškoms, padės išlaikyti tvarką ir švarą darbo vietoje ir, galiausiai, tobulinti įmonės kultūrą ir sudaryti sąlygas tolesnei plėtrai, patobulinimams ir optimizavimui.

Mikva ir kiti savo darbe analizuodami standartizavimą vieną iš įrankių tobulėjimui tęsti įvardija 5S svarbą procese, standartizavimas yra vienas iš 5S punktų, šio įrankio nauda apima dabartinio proceso dokumentavimą, kintamumo mažinimą, lengvumą naujų darbuotojų mokymuose, sumažinti klaidų kiekį ir pašalinti įtampą iš darbo aplinkos [13]. Remiantis autoriaus, taikant 5S metodą įmonės darbo vieta yra organizuota ir standartizuota.

Santos'as ir kiti atliko tyrimą tarptautinėje įmonėje, kur daugiausia dėmesio buvo skiriama mašinų ratlankių gamybai [14]. Viena pagrindinių šio skyriaus problemų buvo – pneumatinių sistemų gedimai, kadangi sunku reguliuoti tiek greičio, tiek padėties atžvilgiu. Šita problema kėlė pristatymo vėlavimo problemas, pakėlė gamybos sąnaudas, būtent diegiant 5S buvo siekta didesnio kokybiškumo, patikimumo ir didesnio automatizavimo lygio. Bendraujant su automatinių mašinų darbuotojais buvo nustatytos didžiausios problemos naudojantis automatiniiais gamybos įrankiais: nėra mašinų derinimo proceso standartizavimo, didelis suspausto oro sunaudojimas, neefektyvus darbo organizavimas, rizika dėl operatoriaus saugos, vėlavimai. Įdiegus 5S įrankį, pagerėjo standartizavimas ir organizavimas, sudarant lengvesnes ir greitesnes prieigas, sumažintas pasiruošimo laikas ir padidintas produktyvumas. Atlikus tyrimą nustatyta, kad mašinų našumą galima pagerinti keliomis strategijomis, viena jų taikant 5S metodą, kas leis greitesnius mašinų nustatymus, be to saugos įtaisų atnaujinimas užtikrins darbuotojų saugą, o galutinė produkto kokybė taip pat bus pagerinta. Vadinasi, taikoma 5S metodika įmonei teikia teigiamą poveikį, įmonės gamybos rodikliai gerėja.

Atlikus 5S įrankio literatūros analizę, nustatyta, kad visais atvejais 5S turi teigiamą poveikį įmonės veiklai. Gamybos skyriaus rodikliai padidėja, o darbuotojai įsitraukia į tų rodiklių gerinimo procesą, palaikydami 5S principus.

1.4. Gamybos svyravimų eliminavimas

Įmonės siekdamas savo veiklos didesnio efektyvumo nuolat stengiasi išbandyti naujas idėjas ar metodus. Gamybinės įmonės veiklos svyravimus siekiama išlyginti naudojant vieną iš Lean metodų – Heijunka. Mokslinėje literatūroje aptariami atvejai, kai Heijunka padeda išlyginti svyravimus ir padidinti veiklos efektyvumą.

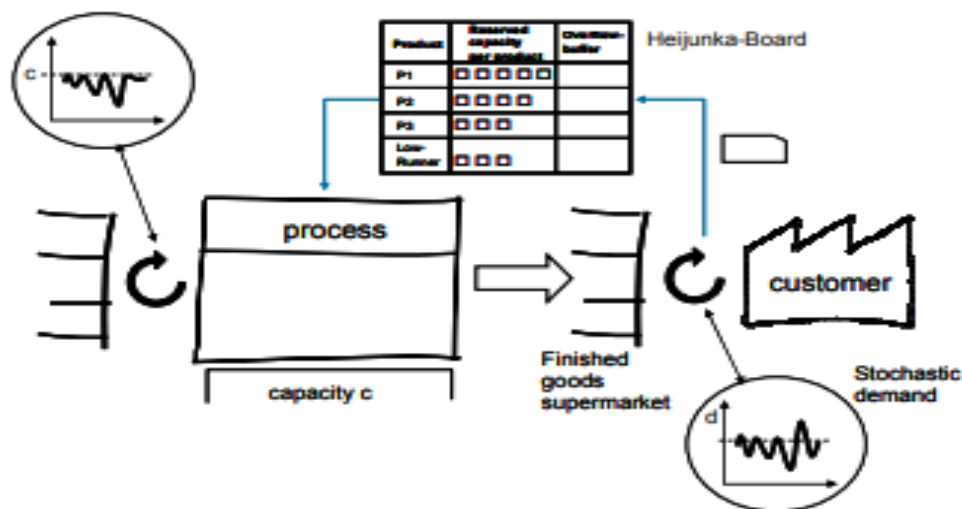
Žikevičiūtė ir Zabieliavičienė [24] teigia, kad tikrąjį įmonės gamybos potencialą parodo gamybiniai pajėgumai, kuomet reikia suderinti planuojamą vartotojų poreikį ir turimus gamybinius pajėgumus. Autoriai pateikia, kad labai svarbus gamybos etapas yra darbo objektų vertinimas, kuomet suprantama su kuo dirba žmogus, kokia jo veikla, kaip nustatoma naudojamų medžiagų kokybė. Straipsnyje aptariamas ir „Siaurų vietų“ nustatymo svarba: „Nustatyti siaurą gamybos vietą itin svarbu, nes prarasta valanda, esant kritiniam gamybiniam pajėgumui, yra lygi visos sistemos prarastai valandai, todėl valanda, sutaupyta ne siauroje gamybos vietoje, nieko nereiškia.“ [24] Taip autoriai pataria, kad reikia užkirsti kelią per ankstyvam žaliavų paleidimui į gamybą, tačiau būtina sudaryti grafiką, atsižvelgiant į kritines gamybos vietas – taip gamybos srautas pasiskirsto, o jų pajėgumas padidėja. Apibendrinant autoriai pateikia, kad jų pateiktas gamybinių pajėgumų modelis, kuris pateikiamas 2 priede, geba nustatyti silpnas gamybos proceso vietas, gamybos pralaidumą. Autoriai teigia, kad būtent šio modelio sudarymas pagerino įmonės vidinių procesų efektyvumą. Remiantis

šia autorių nuomone, galima daryti prielaidą, kad įmonėje reikia tikslesnio gamybos darbų planavimo, kuomet būtų išnaudojamos visos laisvos gamybos darbuotojų ar įrenginių valandos ar minutės, o darbus perskirstyti taip, kad kuo labiau sumažinti „butelio kakliuko“ krūvį – taip įmonės gamybos skyrius neturės prastovų, o pagaminama bus daugiau.

Heijunka – tam tikru laikotarpiu gaminamos produkcijos kiekio ir įvairovės išlyginimas, siekiant sumažinti gamybos proceso svyravimus [15] Heijunka gali būti taikoma dinamiškai, atsižvelgiant į paklausos pokyčius arba kai dėl nenumatytų aplinkybių vėluojama [16]. Hüttmeir'is ir kiti analizuodamas Heijunka poveikį Toyotos sėkmės istorijoje įvardijo svarbų faktą, kad vadinama liesa gamyba vedama heijunka metodo ne visada išlygina svyravimus gamyboje, ar kad tas išlyginimas ne visada yra geriausia išeitis [17]. Autoriai apžvelgė heijunka taikymo privalumus, kuomet gamyba vykdoma viena produkto gamybos seka, o kitų paklausių ar mažiau paklausių produktų gamyba įterpiama į tarpus, taip stabilizuojama gamyba, tačiau esant skirtingesnių produktų paklausai grynas heijunka metodas negelbsti. Hüttmeir'is ir kiti išanalizavo, kad Heijunka metodas artimas JIS metodui, kuris taip pat prisideda prie gamybos planavimo, tačiau yra labiau orientuotas į butelio kakliuko šalinimą negu darbų eigos išlygiavimu.

Autoriai, remdamiesi BMW ir Toyota gamybos praktika, teigia, kad naudojant šį metodą greičiau ir energingiau sprendžiamos kokybės problemos, nes kokybės neatitikimai pastebimi iškart, o gamyba vykdoma pagal užsakymus su tam tikru palaikomu gaminių kiekio sandėliu. Apibendrinami savo darbą, autoriai akcentuoja, kad geriausias metodas yra tarp heijunka ir JIS, kadangi būtent tai suteikia supratimą apie didesnę vaizdą liesos ir greitos gamybos. Lippolt'as ir Furmans'as savo darbe analizuoja, kaip atsisakius buferių galima gaminti pagal poreikį [16]. Autoriai mini, kad esant vienai sistemai, kuomet nereikia nieko keisti, dauguma medžiagų sunaudojamos efektyviai, esant pasikeitimams, atsiranda išteklių panaudojimo sudėtingumas. Autoriai kalba, kad siekiant sumažinti sistemos kintamumą reikia įdiegti „liesos“ gamybos priemones ir tobulinti srauto gamybą. Taip bus sutvarkyti gamybos procesai, optimaliausiai reguliuojant medžiagų srautus, kuomet medžiagos yra nesandėliuojamos, o nuolat apdorojamos, kadangi darbų planavimas yra efektyvus, viskas aišku, ko reikia sekančiame etape. Atsisakius tokio žaliavų sandėliavimo atsirado didesnis pralaidumas ir

trumpesnis darbo procesas. Autoriai pateikia tokios gamybos schema (1.3 pav.), kuomet galima suprasti kaip viskas vyksta.



1.3 pav. Heijunka lentos panaudojimas gamybos procese [16]

Vienas svarbus Heijunka lentos principas yra tiesiogiai sutvarkyti susijusius gamybos procesus sraute ir valdyti visą gamybos srautą tarp nuolatinių užsakymų. Toks gamybos proceso organizavimas padeda užpildyti spragas pasitaikius žaliavų trūkumui ar užsakymų vėlavimams, kadangi planuojant darbus, pirmiausia atsižvelgiama į rinkos padėti, ko nori klientas. Autoriai savo darbo išvadose pateikia, kad standartinių formulių taikymas „liesos“ gamybos sistemose yra ribotos, kadangi reikalingi patikimi procesai. Naujo gamybos planavimo metodo nauda yra tokia, kad sandėlių galima tiek neapkrauti gaminiais, o kasdienio paklausos pasiskirstymas turi būti nepriklausomas ir identiškas ir paklausos modelis negali būti modeliuojamas.

Barbosa's ir kiti teigia, kad įmonės ieško galimybės kaip sutaupyti lėšų, padidinti augimą ir pagerinti informacijos spartą [18]. Straipsnyje kalbama apie statybvietėse sukurtą sistemą, kuri padeda planuoti ir stebėti krautuvų veiklos pažangą. Tokia sistema buvo sukurta dėl laukimo laiko eliminavimo, kad darbuotojai turėtų visuomet darbo. Darbų paskirstymo sistema išlygina krautuvo darbus, operatorius informuojamas apie tiekimą ir valymo darbus, kuriuos reikia atlikti darbo vietoje. Heijunka metodas buvo pasirinktas dėl galimybės patenkinti klientų poreikius partijoms, taip pat sumažina atsargų kiekį, kapitalo sąnaudas ir gamybinį laiką. Heijunka kompiuterizuota sistema veikia tokiu principu: operatorius nustato kokius veiksmus atliks (jie būna surinkti ir nustatyti iš meistrų ir rangovų), tada bus registruojamas darbas sistemoje pasirenkant medžiagų kiekį ir teleskopinį krautuvą. Sistemoje yra nustatytos geografinės koordinatės, todėl krautuvai išdėstomi taip, kad kuo optimaliau išnaudotų visą erdvę. Sistema nurodo operatoriui ką jis turi daryti, pabaigus darbus ir informavus sistemą apie tai, sistema sukuria kitą reikalinga ir galimą atlikti darbą. Tokia sukurta sistema palengvino

planavimo nesklandumus ir sumažino krautuvų prastovėjimo laiką. Įdiegus šį metodą, įmonės gamybos rodiklis jau po mėnesio padidėjo 50 proc..

Zakarevičius ir Burgis [19] analizuodamas pažangios planavimo sistemos (PPS) galimas, teigia, kad taikant pažangią planavimo sistemą, heijunka gali būti taikoma dinamiškai pagal rinkos paklausą. Straipsnyje teigiama, kad naudojant pažangios planavimo sistemos gali įvertinti galimus apribojimus ir atverti galimybes gamybos proceso tobulinimui. Remiantis autorių nuomone, toks metodas sumažina riziką ir palengvina gamybos proceso tobulinimo sprendimų priėmimą. Straipsnyje teigiama, kad PPS naudinga planuojant kelių gamyklų veiklą, kuomet yra daug gamybos linijų, pasitaiko dažni ir ilgi pakeitimai. Pagrindinės priežastys PPS taikymo yra paklausos netikrumo valdymas, atsargų mažinimas, gamybos ciklo trumpinimas taikant optimizavimo priemones. Autoriai pateikia, kad PPS vykdymui pasitelkiamas prognozavimas, optimizavimo algoritmai, simuliacijos. Apibendrinant autoriai teigia, kad tiek PPS, tiek liesos gamybos tikslas yra toks pat, todėl šie metodai vienas kitą tik papildo, o kartu veikdamos turi sinergišką efektą. Autoriai pateikia, kad šių priemonių filosofija panaši, panašūs ir principai, o jų sąsajos pasijaučia per vadinamųjų „butelio kakliuko“ valdymą, kaizen, kanban ir heijunka.

Apibendrinant gamybos svyravimų eliminavimo metodus, galima teigti, kad mokslinėje literatūroje pateikiama ne mažai būdų tikslesniam gamybos planavimui ir kad būtent nuo planavimo reikia pradėti modernizuoti procesą. Taip pat, įmonės kuo tiksliau įvaldžiusios bent vieną iš planavimo įrankių, tuo tiksliau galės suvaldyti rinkos svyravimus, lengviau priims sprendimus. Literatūroje taip pat pateikiama, kad taikant taupią gamybą ir planavimą, šie du veiksniai neš daug didesnę efektyvumą nei kiekvienas atskirai.

Apibendrinant gamybos proceso naujinimo galimybes pateikiamas mokslinėje literatūroje galima teigti, kad literatūroje yra rekomenduojama įmonėse diegti inovacijas, nors jų diegimo procesas yra sunkus ir nuolat kintantis. Taip pat, literatūroje teigiama, kad lean metodika yra naudinga atsinaujinant gamybos procesus, kadangi lean nereikalauja daug investicijų, o šios metodikos nešamas poveikis yra greitai pastebimas ir teikiantis naudą ne tik darbuotojui, bet ir pačiai įmonei. Analizuojant tikslesnio planavimo galimybes, pateikiama, kad heijunka įrankis naudingas svyravimų eliminavimui, kuomet išnaudojamas laisvas gamybos laikas, tačiau nenutrūkstamoje gamyboje šis metodas nėra tinkamas.

2. Gamybos procesas „X“ įmonėje

Gamybinė įmonė turi gamybos procesą, kuriuo vadovaujantis gaminami visi gaminiai. Įmonės gamybos procesas gali būti netobulas ir kelti iššūkių laiku pagaminti gaminį, kas reikštų per vėlai išsiųstą prekę klientui. Siekiant užkirsti tam kelią, įmonės analizuoja savo gamybos procesus, ieškodamos būdų greitesniam ar kokybiškesniam gaminio pagaminimui.

2.1. Įmonės X veikla

Įmonė X – tai įmonė, kuri siūlo transporto valdymo sprendimus, kurdama ir gamindama visas sprendimo dalis įmonės viduje. Įmonė stengiasi neatsilikti nuo naujausių technologijų, todėl nuolat keičiasi ir tobulėja. Įmonės X pagrindinė veikla yra kurti transporto valdymo sprendimus, kuriuos sudaro GPS sekimo įrenginiai ir realaus laiko transporto stebėjimo ir kontrolės sistema. Įmonės vizija – augimas ir meistriškumas transporto telematikos srityje, o misija – tarptautiniu mastu teikti integruotus transporto telematikos sprendimus, kurie leidžia optimizuoti verslo procesus. Įmonėje puoselėjamos vertybės: kūrybiškumas, atsakingumas, bendradarbiavimas. Įmonė kuria ir gamina visas sprendimo dalis pati, todėl gali užtikrinti aukščiausią kokybę ir geriausius rezultatus, savo klientams siūlydama individualius užsakymus, kuomet klientas gali išsirinkti kokių paslaugų ir įrangų jam reikia, pasirinktoms paslaugoms palaikyti.

Transporto valdymo sprendimai yra sukurti įmonėms, kurios siekia optimizuoti transporto parko išlaidas. Pilnas transporto valdymo sprendimas susideda iš GPS sekimo įrenginio, realaus laiko transporto stebėjimo ir kontrolės sistemos, techninės pagalbos ir ryšio. Įmonėje siūlomi transporto sprendimai:

- Transporto stebėjimas ir kontrolė. Realaus laiko informacija apie transporto priemonę, vairuotoją ir krovinį padės geriau valdyti transporto parką ir leis pasiekti geresnių rezultatų. GPS sekimo įrenginys kartu su valdymo sistema sudaro transporto stebėjimo ir kontrolės sprendimą, kuris tinka visų tipų ir dydžių transporto parkams.
- Degalų stebėjimas ir kontrolė. Degalų sąnaudos gali sudaryti trečdalį transporto parko išlaikymui skirtų išlaidų, todėl, įmonės dažnai siekia sumažinti šias išlaidas visais įmanomais būdais. Degalų stebėjimo ir kontrolės sprendimas įmonėms pateikia tikslią informaciją apie degalus – likutį, sąnaudas, užpylimą ir nupylimą.
- Ekonomiškasis vairavimas. Vairuotojai, išsiugdę keletą paprastų vairavimo įpročių gali įmonėms sutaupyti nemažai degalų ir sumažinti transporto priemonių techninės priežiūros išlaidas. Šis sprendimas analizuoja kelionės duomenis, įvertina ar vairuojama ekonomiškai bei nurodo, kaip galima pagerinti transporto parko efektyvumą.

- Tachografo failų atsiuntimas. Nuotolinis tachografo ir vairuotojų kortelių nuskaitymas supaprastina vairuotojų darbo ir poilsio laiko valdymą bei apskaitą. Suteikiama galimybė užtikrinti, kad vairuotojai dirbtų atitinkamą darbo laiką ir nepažeistų galiojančių įstatymų.
- Transporto priemonės ir krovinio saugumas. Gabenamo krovinio praradimas ar pažeidimas gali įmonėms sukelti rimtą finansinę žalą. Šis sprendimas yra įvairių funkcijų rinkinys, kuris padeda užtikrinti transporto priemonių ir krovinių saugumą. Papildomi durų davikliai informuoja apie priekabos durų atidarymą ir padeda apsaugoti krovninius nuo neteisėto naudojimo, iš karto perspėjant vairuotoją ir transporto vadybininką. Nuotolinis variklio degimo užblokavimas ir pavojaus pranešimo mygtukai padeda apsaugoti transporto priemonę nuo vagystės.

Įmonės teikiamos paslaugos yra užtikrinti transporto priemonių kontrolę. Klientai pagal esamus poreikius pasirenka, kurių paslaugų jiems reikia. Visos įmonės X teikiamos paslaugos yra kuriamos per įmonės gamybos skyriuje gaminamas GPS įrangas.

Įmonė turi iki 20 gaminių, tačiau yra trys pagrindinės gaminių grupės: „eco“, „pro“ ir „plug“. Kiekviena šių gaminių grupių turi mažiausiai bent po gaminius. 2.1 pav. pateikiami 2017 metai gaminamų įmonės X gaminių procentinį pasiskirstymą grupėmis. Iš 2.1 pav. pastebima, kad mažiausiai įmonė gamina PLUG grupės gaminių, tik 5 proc., ši gaminių grupė turi tik du gaminius, vienas yra be baterijos, kitas su baterija, kas užtikrina duomenų siuntimą, net jei dingsta tiesioginis maitinimo šaltinis. Kitai gaminių grupei PRO priklauso 9 gaminiai, tačiau nors gaminių daug, 1 pav. matome, kad jų gamyba 2017 metais taip pat nebuvo didelė (22 proc.). Populiariausi įmonės gaminami ir parduodami gaminiai yra iš „eco“ grupės (73 proc). Šios grupės gaminiai gaminami siekiant sutaupyti komponentų atžvilgiu, tačiau palaikyti klientui svarbiausias funkcijas.



2.1 pav. Įmonės parduoti gaminiai pagal grupes 2017 m., proc.

Eco gaminių grupei priklauso 4 gaminiai, „ECO4“ ir „ECO4 LIGHT“, kurie gali būti su baterija ir be baterijos. Eco gaminys buvo sukurtas suteikti vartotojui vandeniui nepralaidų gaminį, kas esant drėgnoms sąlygoms apsaugotų gaminį nuo korozijos ir kitų komponentų pažeidimų. Šio gaminio surinkimas yra sudėtingesnis nei Ecolight gaminių, kadangi Ecolight gaminys kurtas kaip supaprastinta Eco gaminio versija tiek surinkimo atžvilgiu tiek funkcijų atžvilgiu. Lentelėje pateikiami 2017 metų duomenys apie Eco ir Ecolight gaminių gamybos kiekius įmonėje X.

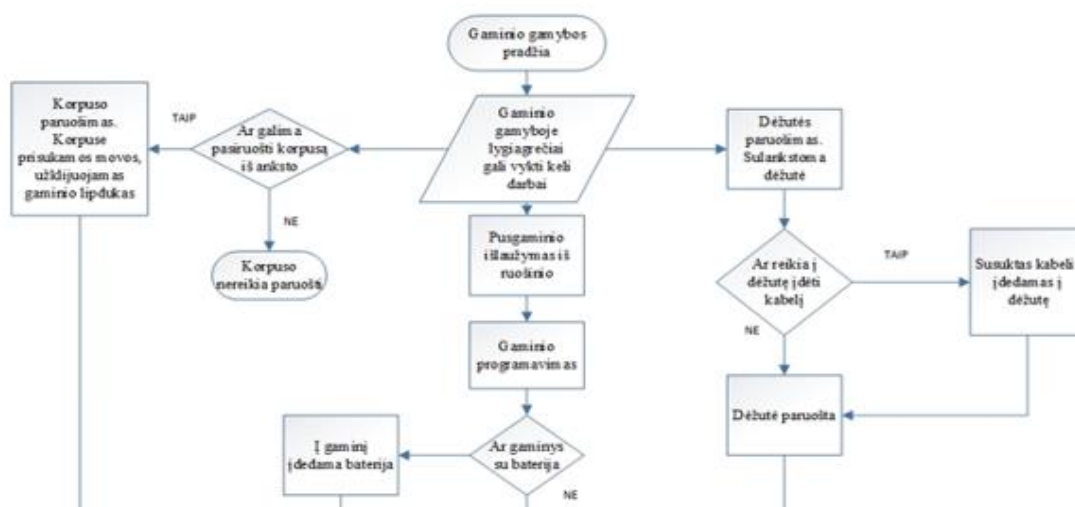
1 lentelė. Eco gaminių grupės pagaminti kiekiai 2017m., vnt.

	Q1, vnt.	Q2, vnt.	Q3, vnt.	Q4, vnt.	Viso, vnt.	proc.
Eco	14763	19824	18024	24871	77482	47
Ecolight	19999	24316	20414	23739	88468	53

Iš lentelės duomenų matoma, kad tik paskutinį ketvirtį Eco gaminių gamyba buvo didesnė nei Ecolight gaminių. Paskaičiavus šių gaminių procentinį santykį, nustatyta kad šių gaminių gaminimas vyksta apylygiai, kadangi Eco 2017 metais buvo gaminta 47 proc. visos eco gaminių grupės, o Ecolight 53 proc.. Vieni šios grupės gaminiai yra patys lėčiausiai gaminami (Eco4 – 90 s/vnt.), o kiti- patys greičiausi (Ecolight - 36 s/vnt.). Siekiant geriau išanalizuoti gaminamų gaminių ypatybes, geriausia išanalizuoti gaminių gamybos kelią.

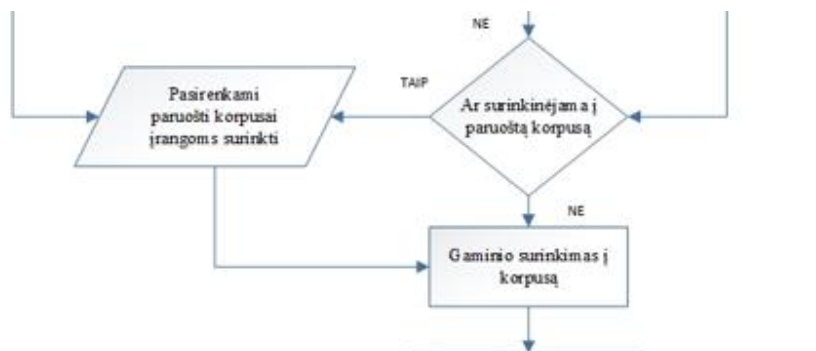
2.2. Įmonės gaminių gamybos kelias

Analizuojant gaminių gamybos silpnąsias vietas, geriausia žinoti jų kokių gamybos šablonu vadovaujamosi. Įmonės gamyba yra surenkamoji, o tai reiškia, kad įmonė pagrindinius savo pusgaminius gamina pas savo tiekėjus, o gamybos skyriuje juos pabaigia sugaminti. Analizuojamos įmonės atveju, gamybos procesas visiems gaminamiems gaminiams tinka toks pats (1 priedas). 2.2 pav. pateikiama gaminių gamybos pradžia.



2.2 pav. Gaminių gamybos proceso pradžia

Trumpai aptariant įmonės gamybos proceso schemą, galima pabrėžti, kad kai kurios gaminio gamybos dalys gali būti atliekamos vienu metu (vienu metu gali būti paruošiama mechaninė gaminio dalis ir pradamas gaminti pats gaminys, ž. r. 2.2 pav.). Pirminėje gaminio gaminimo stadijoje vyksta gautų pusgaminų išlaužymas ir ruošinio, jo programavimas, jei yra reikalinga įdedant bateriją, testavimas jei reikia, konfigūravimas, tuomet pusgaminiai keliauja į surinkimą (2.3 pav.), kur surenkami į jau paruoštą korpusą ar tiesiogiai renkami į jį.



2.3 pav. Gamybos proceso gaminio surinkimas

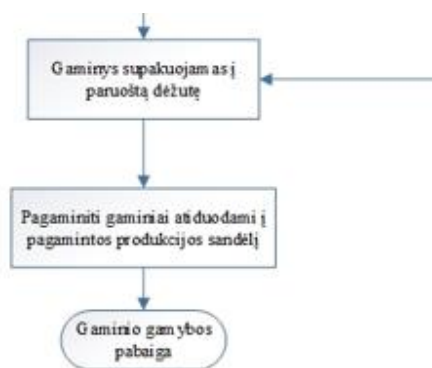
Kiekvienas įmonės gaminys statosi į korpusą, kuris gali būti arba užspaudžiamas arba prisukamas varžtukais. Kuomet gaminio korpusas tik užsispaudžia, tie gaminiai susirenka greičiau. Jei korpusas turi būti prisuktas, surinkimas trunka ilgiau. Surinkimo laikai pateikiami 2 lentelėje.

2 lentelė. Gaminų surinkimo laikai, s/vnt.

Gaminys	ECO4 +	ECO4	PRO4	TCO4 HCV	TCO4 LCV	Eco-Light +	Eco-Light	Plug4 +	Plug4
Surinkimo laikas, s.	90	80	72	72	72	45	36	60	55

Remiantis lentelės duomenimis, matoma, kad gaminys Eco4+ yra renkamas 90 s./vnt., šio gaminio surinkimo metu reikia prisukti movas, kad gaminys laikytųsi atsparus drėgmės poveikiui. ECO4 gaminio surinkimas yra beveik vienodas, skiriasi tik tai, kad nereikia priklijuoti baterijos. Kiti gaminiai, kurių korpusai prisukami yra Pro4, TCO4 HCV ir TCO4 LCV gaminiai. Jų surinkimo laikas yra 72 s./vnt. Šie gaminiai skiriasi tik savo programinėmis savybėmis, todėl jų surinkimas yra identiškas. Kitų gaminių korpusai yra užspaudžiami, todėl kaip matoma ir jų surinkimas greitesnis lyginant su prieš tai analizuotais gaminiais.

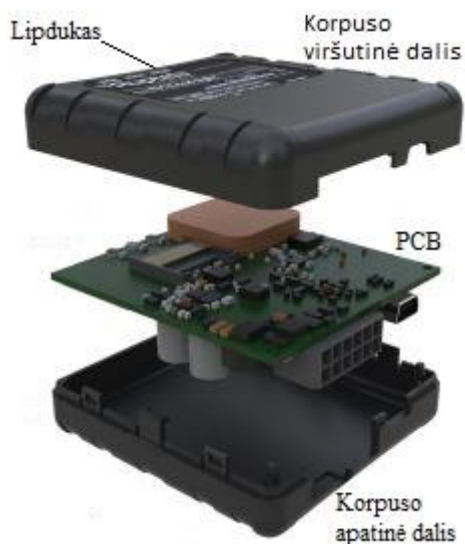
Surinkti gaminiai keliauja į pakavimą (2.4 pav.), kur naudojamos ankstesniame proceso etape paruoštos dėžutės.



2.4 pav. Gminių gamybos algoritmo pakavimo dalis

Kiekvienas gaminys turi būti supakuotas, pakavimas vyksta naudojant Bartender serijų kūrimo programą, kuomet sugeneruojamas serijos numeris vėliau turi būti užregistruojamas įmonės vidinėje programoje. Prisijungimas prie programos vykdomas per usb jungtį, kuomet įrenginys atkuria testavimo metu sugeneruotą informaciją apie pcb plokštės tipą, GSM modulio versiją, gaminio rūšį. Taip gaminiai supakuojami ir atiduodami į pabaigtos produkcijos sandėlį.

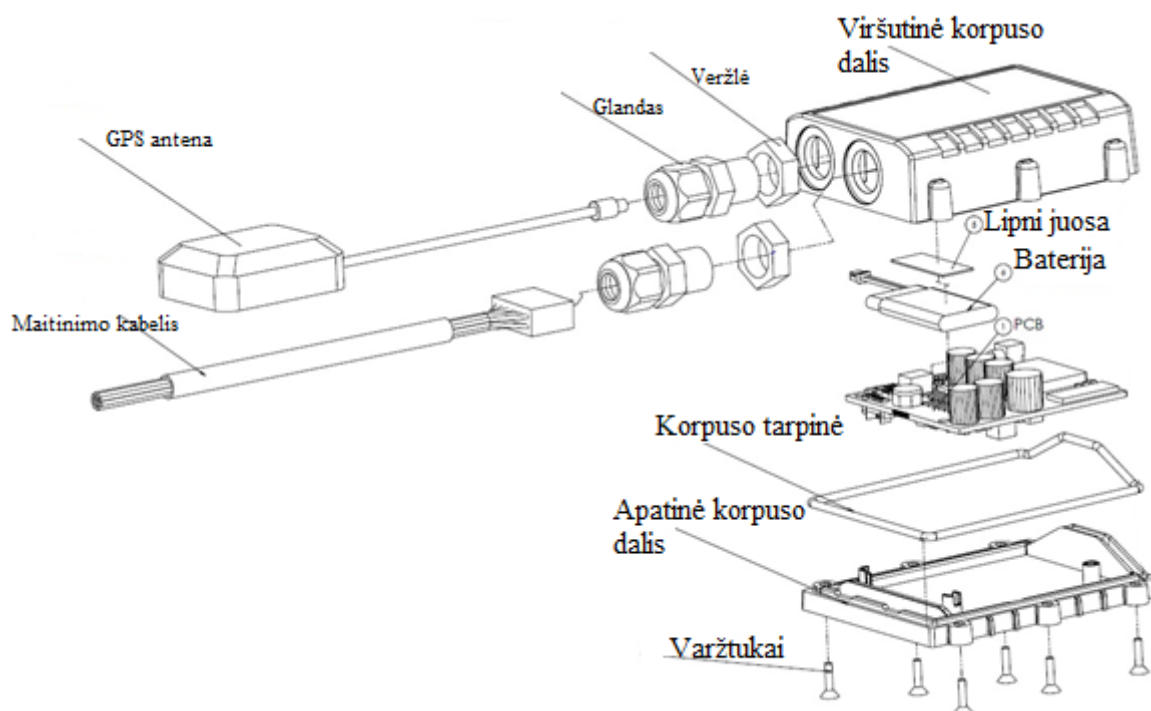
Įmonė iš viso gamina 9 pagrindinius gaminius, kurių gamybos kelias yra panašus, skiriasi tik jautriausios gamybos vietos (vadinamieji butelio kakleliai). Anksčiau buvo minėta kad eco grupei priklauso gaminiai kurie yra patys greičiausiai surenkami, taip pat ir patys lėčiausiai surenkami gaminiai. Ecolight gaminys susirenka į mažą dėžutę, kur įsistato plokštė ir užsidaro korpusas, todėl jo surinkimas lengvas ir greitas, ecolight gaminys pavaizduotas 2.5 pav.



2.5 pav. Įmonės greičiausiai surenkamas gaminys. [23]

Kaip matoma iš paveikslo, šio gaminio surinkimas yra tikrai paprastas, pratestuotas gaminys įstatomas į korpusą ir korpusas užspaudžiamas. Korpusas užsispaudžia lengvai, todėl ir surinkimas eina greitai, per valandą tokių gaminių vienas darbuotojas vidutiniškai gali surinkti apie 80 vnt.

Visiškai priešingai yra surinkinėjant kitą įmonės gaminį, kuris pasižymi vandens nepraleidimu – Eco4. (2.6 pav.)



2.6 pav. Įmonės ilgiausiai renkamas gaminy [23]

Eco4 gaminy surenkamas tokia eiga: prijungiamas signalinis kabelis, tuomet prijungiama antena, kurie prieš tai prakišami pro korpuso movas, tuomet kai viskas prijungta, plokštė įstatoma į patį korpusą ir užsukamos abi korpuso movų galvutės. Šių gaminių surinkimui yra naudojamas pincetas, replės, du raktai priveržti movų galvutėms. Šio gaminio surinkimas trunka ilgiausiai nes viskas prisukama rankiniu būdu, plokštės įstatyme reikia šiek tiek fizinės jėgos, kas dienai einant į pabaigą gali kelti maudimą pirštų galiukuose. Kiti įmonės gaminiai yra tarp ecolight ir eco4 pagal surinkimo sunkumo lygmenį. Tiek pro grupės, tiek plug grupės gaminiai įsistato į korpusą ir yra prisukami varžtukais, čia surinkimas ganėtinai lengvas, reikia tik darbuotojo kruopštumo ir gabumo. Tačiau būtent šių grupių testavimas yra vadinamas butelio kaklelis šių gaminių gamyboje.

Siekiant išsiaiškinti bendrą vaizdą apie veiklos efektyvumą, įmonės atlieka stiprybių, silpnybių galimybių ir grėsmių (SSGG) analizę. Šiuo atveju SSGG analizė atliekama konkrečiai gamybos skyriaus.

2.3. Įmonės „X“ gamybos skyriaus SSGG analizė

Stiprybių, silpnybių, galimybių ir grėsmių analizė daugiausia naudojama strateginei proceso analizei atlikti. Ma et all [20], Hay, Gastilla [21] pastebi, kad SSGG analizė įmonėse yra efektyvus strateginis

įrankis. Autoriai teigia, kad du analizės pogrupiai atspindi vidinius įmonės veiksnius, o kiti du – išorinius:

1. Stiprybės: vidaus statiniai veiksniai, kurie daro teigiamą įtaką.
2. Silpnybės: vidaus statiniai veiksniai, kurie daro neigiamą įtaką.
3. Galimybės: išorės tendencijos, kurios gali daryti teigiamą įtaką.
4. Grėsmės: išorės tendencijos, kurios gali daryti neigiamą įtaką. (Hay, Gastilla, 2006).

Įmonės SSGG analizę sudarinėja, norėdamos suprasti ir planuoti savo stipriausias puses, išnaudoti galimas galimybes, panaikinti silpnybes ar išvengti grėsmių. [20, 21, 22] Remiantis šiais autoriais buvo atlikta „X“ įmonės gamybos skyriaus analizė (3 lentelė).

3 lentelė. Gamybos skyriaus SSGG analizė

	Vidiniai		Išoriniai
Stiprybės	<ul style="list-style-type: none"> - Gera produktų kokybė - Žmogiškasis kapitalas - Techninės žinios - Žmonių universalumas - Klientų asmeninių poreikių įgyvendinimas 	Galimybės	<ul style="list-style-type: none"> - Darbuotojų mokymai - Motyvacinė ir atlygio sistema gamyboje - Automatizavimas gamybos procese - Kaštų mažinimas per gaminamus didelius kiekius
Silpnybės	<ul style="list-style-type: none"> - Įmonės vidinės duomenų sistemos nenaudojimas - Žema motyvacija gamyboje - Gamybos prastovos - Limituotas kiekis ir senos gamybos įrangos - Limituotas gamybos pajėgumas - Pristatymo (ne)tikslumas 	Grėsmės	<ul style="list-style-type: none"> - Žaliavų trūkumas - Nauji konkurentai - Darbuotojų kaita - Gamybos darbuotojus pervilios konkurentai

Atlikus įmonės X gamybos skyriaus SSGG analizę, nustatyta, kad didžiausios skyriaus stiprybės yra gaminių kokybė, įmonės PPM (parts per million) 2017 metais buvo virš 800 vnt. sugedusių gaminių per milijoną (4 lentelė).

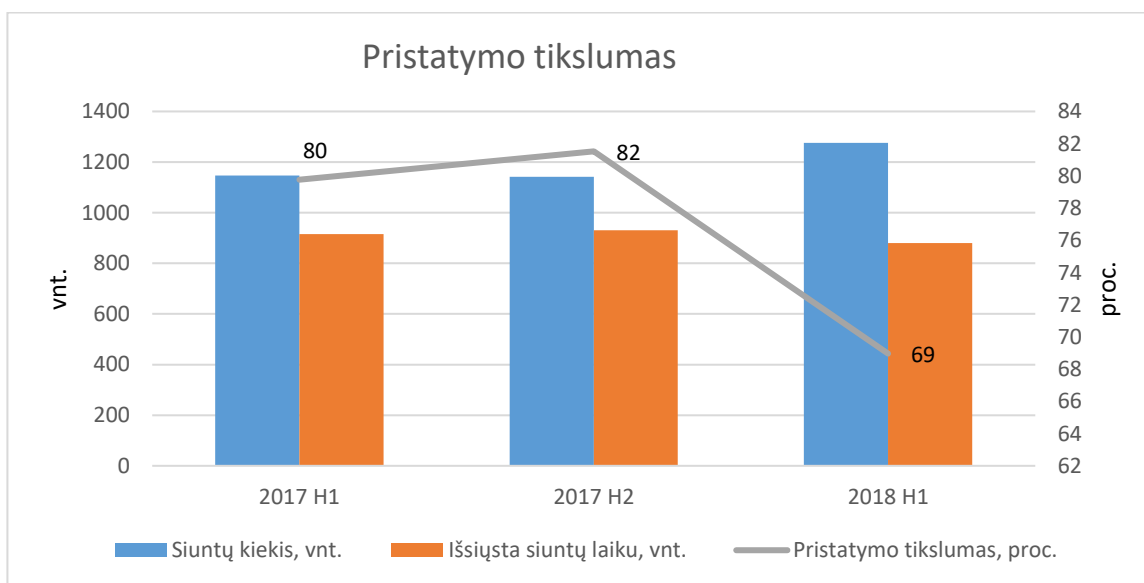
4 lentelė. Gaminių PPM rodiklis 2017m., vnt.

Gaminys, vnt.	Eco4+	ECO4	ECO4 light	ECO4 light+	PRO4/TCO4	Plug+	Plug4+	Viso:
Sugedę gaminiai	25	16	13	38	95	0	2	189
Parduoti gaminiai	71508	7701	23414	55078	46792	3254	7043	214790
PPM 2017	349	2077	555	689	2030	0	283	879

Įmonė turi išsikėlusį tikslą pasiekti žemesnį nei 800 vnt. PPM rodiklį, todėl kiekvienas gamybos skyriuje dirbantis žmogus turi prisidėti prie kokybės palaikymo ir jos gerinimo. Atliekant SSGG analizę pastebėta, kad viena iš šio skyriaus stiprybių yra žmogiškieji ištekliai. Gamyboje dirba 18 darbuotojų, kurie yra lankstūs, t. y. gali lengvai persiorientuoti ir dirbti kitą darbą, kadangi žmonės

turi nemažai techninių žinių ir tuo pasireiškia jų universalumas. Įmonė savo klientui siūlo individualų užsakymą, kur klientas gali pasirinkti pilnai paruoštą gaminį (konfigūravimas/surinkimas pagal poreikį) ar standartiškai paruoštą gaminį, kurį vėliau pats modifikuos.

Atlikus analizę išskirta, kad įmonės gamybos skyriaus silpnybės yra gamybos darbuotojų žema motyvacinė sistema dirbti efektyviai. Taip pat, pastebimos gamybos prastovos, tiesa prastovos nėra ilgalaikės, jos atsiranda dėl netikslaus gamybos planavimo bei žaliavų tiekimo vėlavimų. Kai kurie įmonės testavimo standai yra naudojami nuo tada kai įsikūrė įmonė (2007 m.), todėl įranga gauna mažai kontakto dėl ko stringa pats testavimo procesas. Taip pat testavimo standų kiekis yra mažas, paleisti nauji projektai su tais pačiais įrankiais, kas reiškia ir gamybos pajėgumų sulėtėjimą. Vienas iš svarbiausių gamybos skyriaus tikslų yra pristatymo tikslumo palaikymas: įmonė sako savo klientams, kad jų užsakymas bus išsiųstas per vieną darbo dieną nuo užsakymo patvirtinimo. Pristatymo tikslumas skaičiuojamas procentinis kiekis laiku išsiųstų siuntų iš visų skaičiuojamo laikotarpio siuntų kiekio. Kuo tikslumas aukštesnis, tuo geriau dirba gamybos skyrius, ir tuo labiau patenkinti įmonės klientai. Paskutiniaisiais metais užsakymo tikslumas yra sumažėjęs dėl padidėjusių pardavimų kiekių, kas gali reikšti, kad gamyba nespėja pagaminti tiek, kiek reikia (2.7 pav.).



2.7 pav. Įmonės pristatymo tikslumas 2017-2018 m.

Išanalizavus pristatymo tikslumo duomenis, matoma, kad 2018 m. pirmą pusmetį siuntų kiekis viršijo 2017 metų abiejų pusmečio siuntų kiekius, kas reiškia, kad 2018 metais pardavimai ženkliai paaugo. Lyginant išsiųstų laiku siuntų kiekius tarp 2017 m. ir 2018 pastebima, kad pristatymo tikslumas siekė tik 69 proc., labiausiai tokį rodiklį lėmė žaliavų stygius bei maži gamybos pajėgumai.

Įsivertinus gamybos skyriaus stiprybes ir silpnybes, buvo įvertinta, kad šis skyrius gali pagerinti savo efektyvumą per darbuotojų mokymus, sutvarkius ir aiškiai iškomunikavus motyvacinę sistemą. Vienas didžiausių lauktinų naujovių gamybos skyriui yra testų automatizavimas, kuo bus siekiama padidinti testavimo vietos pralaidumą. Taip pat, įmonė numato, kad gaminant didesniais kiekiais

gamybos tiesioginės išlaidos gali sumažėti, taip pat tiesioginės gamybos išlaidas galima būtų sumažinti padidinant pralaidumą surinkimo procese.

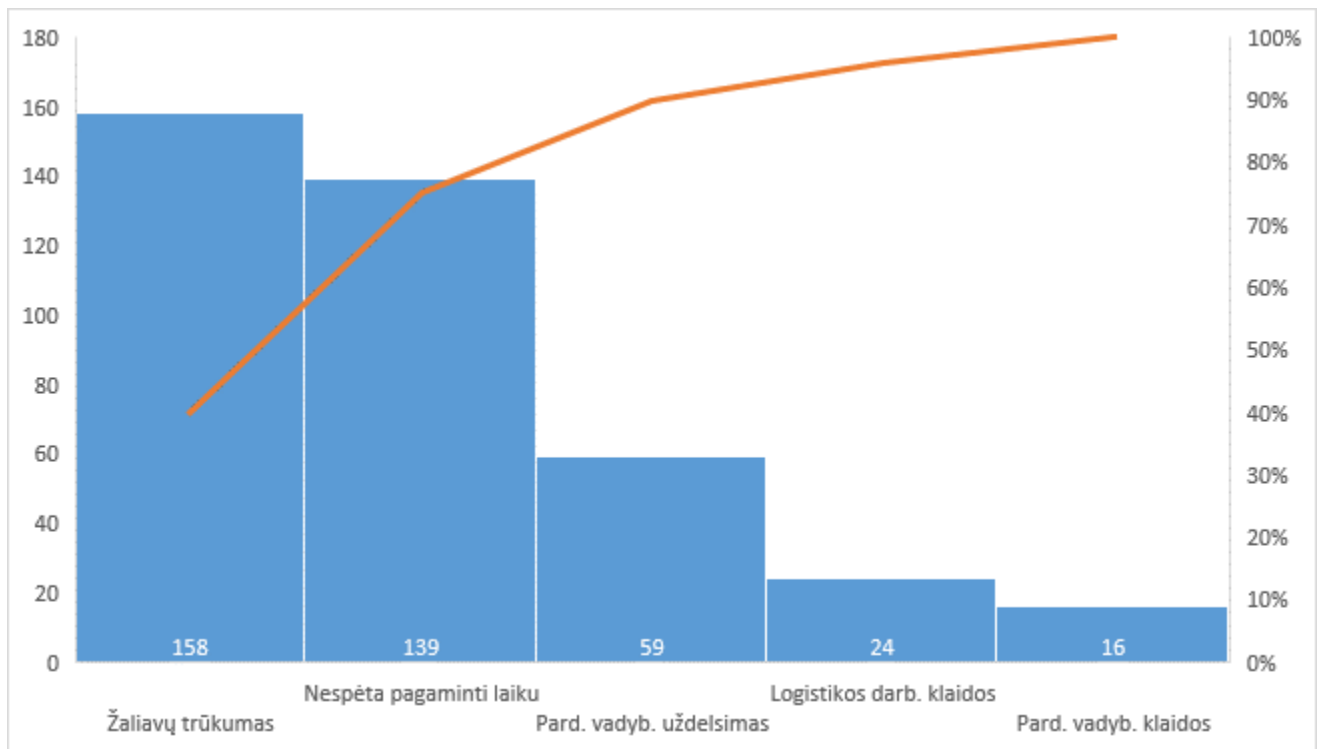
Vertinant gamybos skyriaus grėsmes, galima įvardyti darbuotojų kaitą, viena iš silpnųjų buvo minėta įmonės gamybos darbuotojų motyvacijos trūkumas, todėl tai gali tapti ir grėsme, jei darbuotojai masiškai paliks įmonę. Taip pat, apžvelgus Kauno miesto pramonės rinką, pastebima naujų galimybių gamybos darbuotojams, todėl viena iš grėsmių gali būti darbuotojų perviliojimas. Rinkoje taip pat yra numatytas vieno komponento pardavimo trikdžiai, kas gali atsiliiepti tiesiogiai įmonės gaminamiems gaminiams, tokiu atveju galimas žaliavų trūkumas, gamybos darbuotojai pritrūks darbo.

Apibendrinant atliktą SSGG analizę galima teigti, kad įmonės gamybos skyrius gali džiaugtis savo kuriamų gaminių kokybės lygiu, tačiau pastarojo pusmečio pristatymo tikslumas sumažėjo iki 69 proc.. Atlikus šią analizę nustatyta, kad įmonės savo silpnybėms ir grėsmėms užkirsti kelią gali per darbuotojų mokymus, dalinį proceso automatizavimą ir aiškia motyvacinę sistemą.

2.4. Pareto analizė ir priežasčių – pasekmių analizė

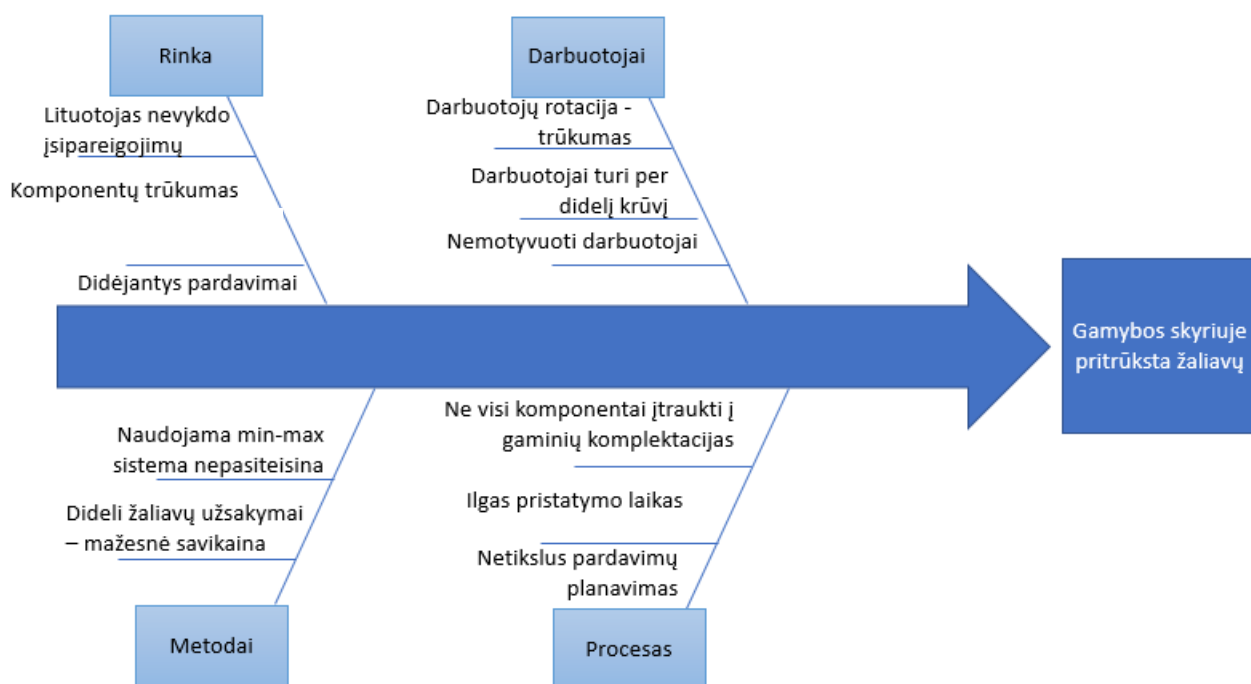
Atlikus SSGG analizę, nustatyta, kad viena didžiausių įmonės gamybos skyriaus silpnųjų yra pristatymo tikslumas, kuris 2018 metų pirmą pusmetį taip ženkliai nukrito iki 69 proc.. Analizuojant priežastis, kas įtakojo tokį sumažėjusį tikslumą buvo atlikta Pareto analizė, visos priežastys lėmusios išsiuntimų vėlavimą buvo registruojamos: renkama informacija kiek siuntų vėlavo per pirmą 2018 metų pusmetį ir dėl kokių priežasčių.

Buvo išskirtos 5 priežasčių kategorijos lėmusios pavėluotą siuntų išsiuntimą: žaliavų trūkumas, lėti gamybos tempai, pardavimo vadybininkų klaidos užpildant pardavimo užsakymus, logistikos darbuotojų klaidos perteikiant gamybos darbuotojams reikiamus pagaminti užsakymus, taip pat buvo tokių siuntų, kurios vėlavo dėl pardavimo vadybininko prašymo užlaikyti siuntą. Tokios siuntos taip pat skaičiuojasi į vėlavusių siuntų skaičių, nors neišsiuntimo priežasties kaip ir nėra, vadybininkas tiesiog patvirtino užsakymą dar negavęs jam apmokėjimo. Kartais vadybininkai strategiškai padaro tokį užsakymą, ir komentaruose pateikia, kad be jo patvirtinimo nesiųsti siuntos. Tokiu atveju siunta yra ruošiama, tačiau nesiunčiama, o pardavimo vadybininkas dar tik laukia apmokėjimo. Viso pusmečio suskirstytos siuntų neišsiuntimo priežastys buvo suskirstytos į 5 pagrindines grupes, o gauti duomenys pateikiami 2.8 pav..



2.8 pav. Pristatymo tikslumo priežasčių Pareto diagrama

Kaip matoma 2.8 pav., didžioji dalis visų lėmusių priežasčių yra žaliavų trūkumas ir gamybos tempai. Pareto diagrama sudaroma remiantis 80/20 taisykle, kas reikštų, kad 80 proc. visų problemų lemia 20 proc. priežasčių. Iš 2.8 pav. matoma, kad žaliavų trūkumas 2018 metais pirmą pusmetį pasitaikė 158 kartus ir buvo dažniausiai pasitaikanti siuntos neišsiuntimo priežastimi. Antra dažniausiai pasitaikanti priežastis buvo: gamyba nespėja pagaminti laiku. Gamybos skyrius gavęs bent du užsakymus didesnius nei 500 vnt. Nespėja pagaminti per vieną darbo dieną, kaip pardavimo vadybininkai teigia klientui. Tokiu atveju, viena iš dviejų siuntų jau vėluos, taip pat vėlavimas gali būti pažymėtas, kuomet buvo ilgesnis laiko tarpas žaliavų trūkumo, jas gavus, gaminama iš anksčiau laukę užsakymai, o naujai įkritusių gamyba nespėja pagaminti. Kitos siuntų neišsiuntimo priežastys nėra tokios reikšmingos, tai matoma ir iš Pareto diagramos. Šiuo atveju reikštų, kad reiktų išspręsti dvi didžiausias problemas ir norimas rodiklis vėl tenkintų ne tik įmonę, tačiau keltų ir jos reputaciją klientų akyse. Taigi, šios dvi problemos analizuojamos toliau priežasčių – pasekmių diagramoje. Pirmiausia buvo atlikti žaliavų trūkumo gamybos skyriuje priežasčių pasekmių diagrama (2.9 pav.). Diagrama formuojama žuvies kaulo tipo, kertinės priežastys buvo suskirstytos į darbuotojų, proceso, metodų ir rinkos grupes.



2.9 pav. Žaliavų trūkumo priežasčių – pasekmių diagrama

Darbuotojų viena svarbiausių priežasčių, kodėl pritrūksta žaliavų gamyboje gali būti dėl per didelio krūvio. Įmonė turi nemažą darbuotojų kaitos procentą, per paskutinius metus tiekimo skyriuje trūko bent vieno darbuotojo, kas reiškia, kad šio darbuotojo darbus turėjo pasiskirstyti esami tiekimo skyriaus darbuotojai. Būtent dėl šios priežasties žaliavos nebuvo užsakomos laiku, jas sudėtingiau gauti, trūksta laiko pirkimų derinimui. Rinkos grupėje yra trys svarbūs kriterijai: tiekimo skyriaus darbuotojai nuolat dirba su kritiniais komponentais, kurių labai sunku gauti. 2017 m. prasidėjusi kondensatorių krizė užvilkino pusgaminių litavimą, kas turėjo įtakos ir pabaigtų gaminių gamybai. Kitas labai svarbus dalykas yra ilgas pristatymo laikas. Įmonė siekdama mažinti gaminių savikainą, bet išlaikyti kokybę daugumą žaliavų perka iš Azijos šalių, kurių pristatymo laikas yra nuo 6 savaičių. Ne visos žaliavos gali būti transportuojamos oru, todėl dėl pavėlavusio žaliavų užsakymo ir ilgo pristatymo laiko, gali gamyboje pritrūkti žaliavų. Didėjantys pardavimai taip pat gali būti priežastis dėl žaliavų trūkumo. Jei pardavimai nebuvo planuoti dideli, žaliavų užsakyta mažesniems gamybos mastams, o žymiai padidėjus pardavimams, gamyba gali pritrūkti žaliavų ir tiekimas jų nespės pristatyti laiku.

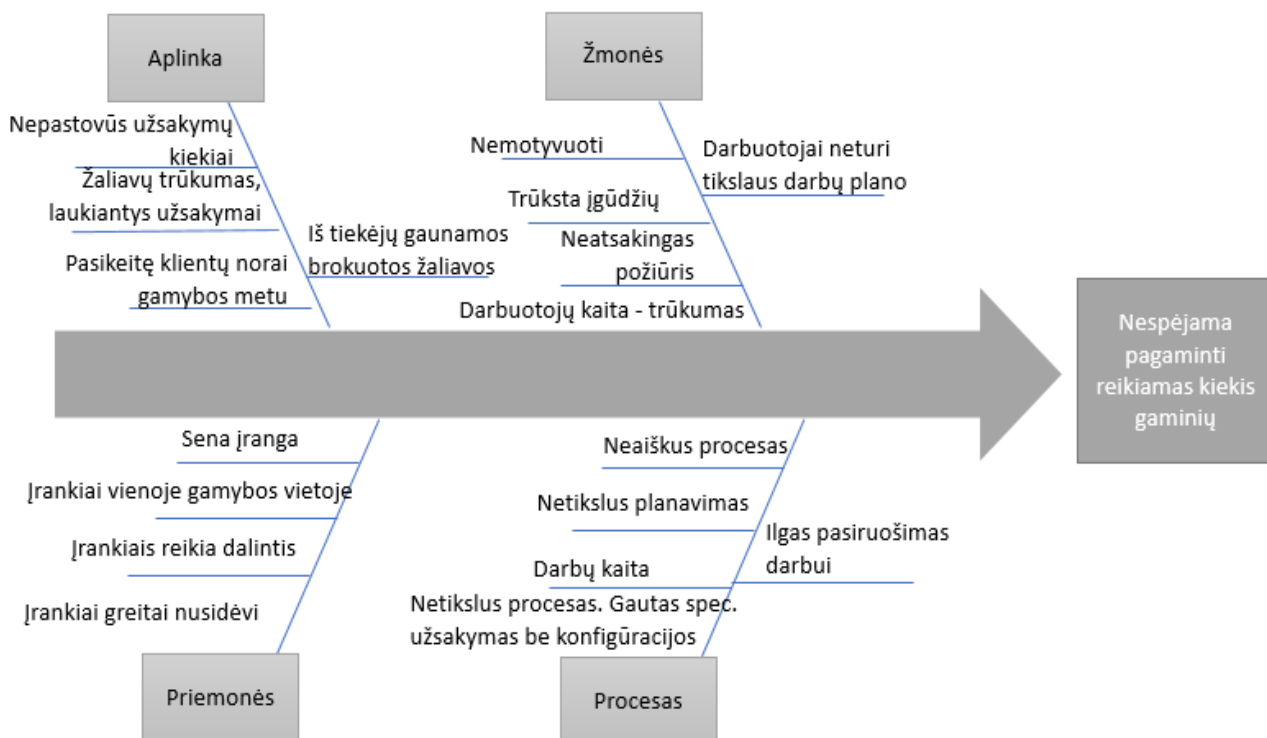
Analizuojant metodų grupę, buvo išskirtos dvi priežastys dėl žaliavų trūkumo gamyboje: min – max metodo taikymo trikdžiai ir didelių užsakymų pateikimas tiekėjui dėl mažesnių kainų. Įmonė stengiasi taikyti gaminio savikainos mažinimo strategiją, todėl perkant žaliavas bandoma derinti kuo mažesnes kainas. Norint gauti mažesnes kainas, tiekėjas siūlo pirkti už kuo didesnes sumas, todėl tiekimo vadybininkas, neturėdamas aiškaus plano, kiek ko planuojama parduoti, laiku neužsako žaliavų, pasitvirtinus planus gali būti jau per vėlu ir gamyba gali turėti žaliavų trūkumą. Siekiant išvengti tokių atvejų, įmonės vidinėje sistemoje yra nustatyta beveik visų žaliavų atsargų likučio taisyklė, nurodyti

minimalūs ir maksimalūs kiekiai. Iš praktikos matoma, kad ši taisyklė ne visada gelbsti, nes tiekimo vadybininkas pamiršo ar nespėjo užsakyti žaliavų gavus įspėjimą apie sumažėjimą.

Proceso priešasčių grupėje nurodytos priešastys taip pat gali lemti žaliavų trūkumą gamyboje. Keičiantis komponentams, keičiasi ir gaminių komplektavimo specifikacijos su vidiniais įmonės kodukais. Pasikeitus komponentui ne visada laiku atnaujinama informacija, kokie komponentai pasikeitė, todėl ir jų pirkimas gali būti neplanuotas. Tokiu atveju situaciją galėtų gelbėti atsargų likučio taisyklė, tačiau jei komponentas naujas, tikėtina, kad ir ši taisyklė nebus nustatyta. Vadinasi, nesant pirkimų užsakymui, žaliavų gamybos skyriuje pritrūks. Panaši situacija yra kai pardavimo planas yra daug mažesnis nei pardavėjams pavyksta parduoti. Esant vadinamiems virš plano užsakymams pritrūksta žaliavų, pvz. gaminių plug4 per mėnesį vidutiniškai gaminama apie 500 vnt. Jei yra užsakymas virš plano 1000 vnt. tokio kiekio žaliavų gali gamyboje net nebūti, jų užsakius, nespėjama taip greit pristatyti, vadinasi, gamyba pagaminti nespės.

Išanalizavus priešasčių pasekmių diagramą žaliavų trūkumui gamyboje, nustatyta, kad gali būti daug priešasčių dėl ko tiekimo skyriaus darbuotojai gali nespėti atgabenti žaliavų į gamybą, tačiau pačios svarbiausios yra atsargų likučio taisyklės nesilaikymas, darbuotojų per didelis krūvis, sudėtingas pardavimų planavimas ir ilgas žaliavų pristatymo laikas. Analizuojant kitą Pareto analizės metu iškeltą problemą, žaliavų trūkumas buvo viena iš svarbiausių priešasčių, kodėl gamyba nespėja pagaminti laiku gaminių. Šiai problemai spręsti buvo sudaryta taip pat priešasčių – pasekmių diagrama, pavaizduota 2.10 pav.

Sudaryta diagrama turi keturias pagrindines atšakas: žmonės, aplinka, procesas ir priemonės. Pagrindinė diagramos problema, kad gamyba nespėja laiku pagaminti reikiamų kiekių, tačiau tokia problema nėra nuolatinė. Pirmiausiai buvo analizuojama žmonių atšaka, kur yra nurodyti žmonių žema motyvacija, kai kurie darbuotojai labai neatsakingai žiūri į savo darbą, nesistengia taupyti laiko ir dirbti efektyviai. Gamybos skyriaus darbuotojų kaita yra didelė, kas reiškia, kad darbuotojams trūksta įgūdžių greitai ir kokybiškai surinkti gaminius. Taip pat, gamybos darbuotojas neturi tikslaus darbo plano, jis mato bendrą planą, tačiau dažnai kyla klausimas, ką dabar veikti.



2.10 pav. Gamybos pajėgumų priežasčių – pasekmių diagrama

Viena didžiausių problemų kodėl gamyba nespėja yra žaliavų trūkumas atliekant užsakymus. Iš pradžių nėra žaliavų, užsakymai kaupiasi, o kai žaliavos gaunamos, tuomet užsakymų būna daug ir gamybos darbuotojai fiziškai nespėja gaminti. Tai pat pasitaiko nepastovūs pardavimų užsakymų kiekiai, kuomet gali per mėnesį savaitę ar kelias būti vienas kitas užsakymas, o kitas dvi savaites užsakymų kiekis gali pakilti žymiai ir gamyba nebespėja pagaminti reikiamo kiekio per trumpą laiką. Gamybos laiką ilgina iš tiekėjų gaunamos brokuotos žaliavos: pabraižyti korpusai, susilieję lipdukai, išsipūtusios ar išsikrovusios baterijos. Taip pat, esama atvejų, kuomet klientas pageidavęs specialiai jam skirto užsakymo, kuomet įrangos ruošiamos kartu su konfigūracija gamybos eigoje ar jau net po gaminių pagaminimo pakeisti norus ir atsiųsti kitą jam reikalingą konfigūraciją. Tokiu atveju įrangas reikia perkonfigūruoti, kad užima papildomai laiko.

Įmonės X gamybos darbuotojų įrankiai yra sudėti vienoje darbo patalpų vietoje, kas renkant skirtingus gaminius gali kelti nepatogumo juos susirinkti, tai ilgina surinkimo laiką. Kita stabdanti gamybos pajėgumus priemonė yra senos įrangos pusgaminių testavimui, todėl atsiranda kontakto trūkumas, testus reikia pakartoti kelis kartus. Kai kurie gamyboje naudojami įrankiai greitai nusidėvi, todėl dažniausiai darbuotojai vietoj pasiimti naują, skolinasi iš kolegų sėdinčių šalia. Gamybos procesas kaip priežastis gali būti taip pat, nes gamybos darbuotojai ne visada supranta procesą, skuba, padaro ne tai ką reikia, kas iškreipia procesą. Taip pat kaip jau buvo minėta, trūksta aiškaus darbų planavimo darbuotojams, kadangi ne visada žinoma, ką reikia kiekvienam daryti ir kaip efektyviai išnaudoti patį darbuotojų laiką. Šiuo metu yra planuojami gamybos kiekiais, kiek siekiama pagaminti.

Ant lentos yra rašoma keliomis spalvomis, kad būtų galima atskirti į kokius užsakymus yra orientuojamasi (specialus užsakymas – žalia spalva, standartinis užsakymas – mėlyna ar juoda spalvos), taip pat yra išskiriamas vienas specialus užsakymas raudona spalva dėl to, kad jis gaminamas nuolatos, jo reikalavimai tokie patys ir kiekvieną mėnesį jo gaminama 4 tūkst. (ž. r. 2.11 pav.). Kiekvieno gaminio kairiajame kampe ties kiekviena gamybos operacija yra surašyti valandiniai kiekiai, kiek galima padaryti kiekvienoje operacijoje galima pasiskaičiuoti pagal šias normas, tačiau taip nėra matomas bendras srautas, nėra aišku, kada bus baigtas gaminti vienas užsakymas, kada prasidės kitas, taip pat nėra aišku kiek tiksliai pavyks pagaminti per dieną.

GAMINYS	ECO4 PLUS	ECO4 MINUS	PRIN	TCO1 HV	TCO4 LC.V	ECO4 LIGHT PLUS	ECO4 LIGHT MINUS	PLUG PLUS	PLUG MINUS
PAKAVIMAS	55 2.94 (ES) 1.08 (S)	1.5	100/70	100/80	100/70	100/440 ^h 1.92 (S) 500 (3G)	100/440 ^h	120	110
SURINKIMAS	4					350 (3G) 550 (S)			65
DĖŽUTĖS	40 540		180			800			120
KORPUSŲ PARUOŠIMAS									
TESTAVIMAS	50		30/25	30/25	30/25	50/40 60A 400 (3G) 400 (S)	50/40 60A	35/25	35/25

• → ENERREN UŽSAKYMAS
▲ → Spec. užsakymas
● → Standartinis užsakymas

2.11 pav. Gamybos plano lenta vienai dienai [23]

Gamybos darbuotojai mato kiek kokių gaminių per dieną planuojama pagaminti, todėl patys pasiskirsto reikiamus darbus, dėl ko dažniausiai atsiranda kai kurių paruoštų žaliavų trūkumas gamybos procese, pvz. dėžučių trūkumas pakavimo procese. Dėl šios priežasties gali būti netgi taip, kad nebus pagamintas svarbaus kliento užsakymas.

Gamybos darbuotojas gali trukti pasiruošti surinkimo procesui, kadangi įrankiai yra vienoje vietoje, juos reikia susirinkti, kartais darbuotojai vaikšto kelis kartus, kad susirinkti įrankius iš vienos vietos. Pasikeitus gaminiui, gali keistis ir įrankiai, todėl tam pačiam darbuotojui reikia dar kartą eiti susirinkti iš naujo įrankius, ir padėti tuos, kurie tuo metu jau nereikalingi. Viena priežasčių, kodėl gamyba

nespėja pagaminti, yra pardavimo užsakymo neišbaigtumas. Įmonė savo klientams skleidžia žinią, kad užsakymas bus išsiųstas per vieną darbo dieną, tuomet vadybininkas kurdamas užsakymą neprisega reikalingos konfigūracijos, taip gaunasi, kad užsakymas jau įkrito, tačiau gaminti jo negalima, nes neturi konfigūracijos. Taip įmonė X nevykdo savo pasižadėjimo išsiųsti prekes per vieną darbo dieną.

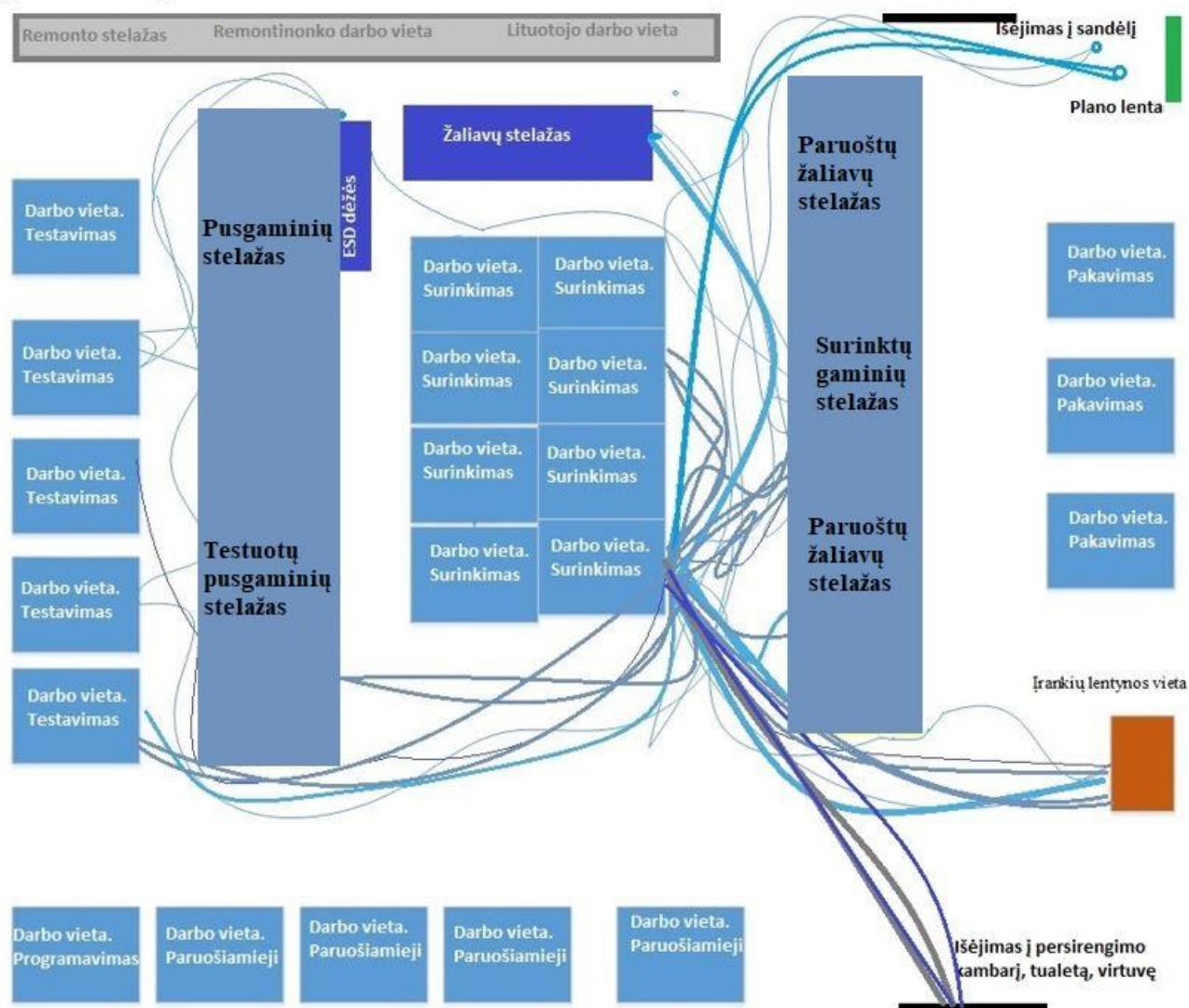
Atlikus įmonės X gamybos skyriaus SSGG analizę nustatyta, kad įmonė gamina kokybiškus gaminius, tačiau per 2018 metus labai krito pristatymo tikslumo rodiklis (69 proc.). Jaučiant riziką prarasti klientus, tai buvo įvertinta viena didžiausių įmonės silpnųjų, remiantis šiuo faktu buvo atlikta Pareto analizė priežastims išsiaiškinti. Sudarius Pareto histogramą, nustatyta, kad buvo 2 priežastys kodėl pristatymo tikslumo rodiklis taip sumažėjo. Vėliau šioms priežastims buvo sudarytos priežasčių – pasekmių diagramos, nustatyta, kad didžiausia problema, kodėl gamyba nespėja gaminti yra dažnas žaliavų trūkumas, tačiau yra galimybių gamybos procese, kur būtų galima patobulinti ir bent šiek tiek pagreitinti surinkimo procesą.

3. Gamybos proceso modernizavimo pasiūlymai

Atlikus gamybos proceso tyrimą, išsiaiškinta, kad be žaliavų trūkumo, gamybos procese taip pat yra trikdžių, kurie gali pagerinti kelti gamybos rodiklius ir patenkinti įmonės klientus. Vienas svarbiausių darbų, ką reiktų pasidaryti gamyboje – susitvarkyti darbo vietas.

3.1. 5 S diegimas gamybos skyriuje

Greitai ir kokybiškai pagaminti reikiamą kiekį gaminių trukdo netvarkingos darbo vietos, kuomet įrankius reikia dalintis su kitais kolegomis, o esami įrankiai sudėti ne arti, po ranka. Siekiant išsiaiškinti, koks yra vieno darbuotojo judėjimas gamyboje per vieną darbo dieną, buvo sudaryta spageti diagrama, kuria siekiama pamatyti, kaip dažnai darbuotojo judėjimas buvo nereikalingas. Spageti diagrama buvo sudaryta surinkus informaciją iš vieno darbuotojo darbo dienos žymėjimo, žymėjimo šablonas pateikiamas 3 priede. Kiekvienas gamybos darbuotojas žymi, kada ką veikia, surinkus šią informaciją, buvo galima braižyti diagramą. (ž. r. 3.1 pav.)



3.1 pav. Surinkėjo judėjimo spageti diagrama

Spageti diagrama naudojama gaminio gamybos keliui sekti, tačiau galima vaizduoti ir operatoriaus judėjimą gamybos metu. Šiuo atveju buvo siekta išsiaiškinti, kaip juda operatorius, kuris pateikiamas 13 pav. Paveikslėlyje matoma, kad vienas darbuotojas per dieną eina daug kartų prie įrankių lentos, kas reiškia papildomą neišnaudotą laiką surinkimo atžvilgiu. Siekiant efektyviau išnaudoti visas galimybes, buvo priimtas sprendimas gamybos skyriuje įdiegti vieną iš Lean metodikos įrankių efektyvumui gerinti – 5S. Šiuo įrankiu buvo siekta pašalinti visas nereikalingus daiktus ant darbuotojo stalo, arba retai naudojamus, kurie tik užima vietą ir klaidina darbuotoją renkantis reikiamą įrankį. Taip pat, buvo nustatyta, kokie daiktai yra reikalingiausi surinkimo darbo vietoje ir nustatytos jiems skirtos vietos, kad būtų patogiai pasiekiami prireikus. Reikiamų daiktų sąrašas pateikiamas 5 lentelėje.

5 lentelė. Reikalingi įrankiai ant darbo stalo surinkėjui

Įrankis / daiktas	Kiekis, vnt.
Rašymo priemonė	1
Žirklys	1
Replės	1
Peilis	1
Raktas 15 dydžio	2
Mažos lenktos replės	1
Tušti lydraščiai	20
Pincetas	1
Pakabinamas elektrinis suktukas	1

Sudarius reikiamų įrankių sąrašą, buvo peržiūrėta, kiek tokių įrankių reikia nupirkti papildomai, kad susitvarkyti visas 8 surinkimo darbo vietas. Gautas pirktinų prekių sąrašas pateikiamas 6 lentelėje.

6 lentelė. Pirktinų prekių sąrašas visoms surinkimo darbo vietoms sutvarkyti

Prekė	Kiekis, vnt.	Kaina, Eur.	Suma, Eur.
Pincetas	20	2.99	59.8
Žirklys	8	2.39	19.12
Replės	8	5.99	47.92
Peilis	8	1.79	14.32
Raktas 15 dydžio	8	3.19	25.52
Pakabinamas elektrinis suktukas	3	3.79	11.37
Mažos lentos replės	4	3.9	15.6
Viso:			193.65

Analizuojant lentelės duomenis, matoma, kad gauta suma 5S įdiegimui gamyboje nekainuos daug, o tokia investicija atsipirktų pirmaisiais 5S diegimo metais. Beveik visos sąrašė esančios prekės buvo perkamos 2 vnt. daugiau nei reikia, kad sulūžus įrankiui, darbuotojas galėtų iškart pasiimti naują įrankį ir toliau dirbuotis. Pincetų buvo piršta daugiau, nes būtent pincetai yra tie įrankiai, kurie greitai

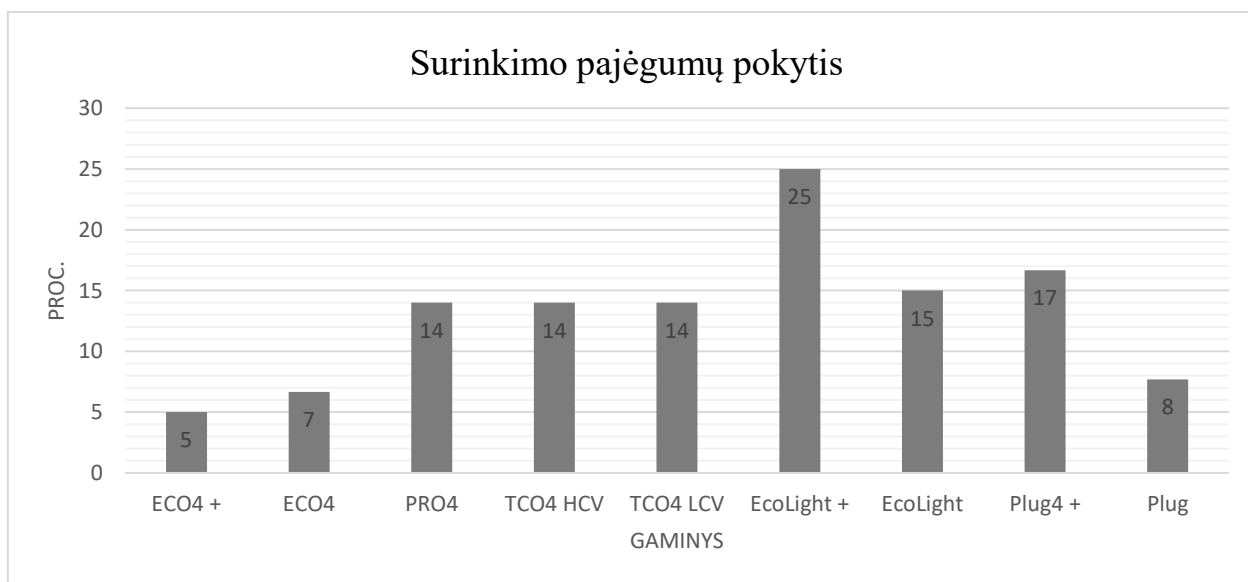
lūžta. Taip pat pakabinamas elektrinis suktukas buvo pirktas tik toks kiekis koks yra reikalingas dėl to, kad nusipirkus ir nenaudojant bėga ir garantijos laikotarpis, o suktuvų nereikia dažnai labai, esant poreikiui, greitai bus užsakyta ir nupirktą. Kiekvienoje darbo vietoje buvo išpaisyti įrankių siluetai, kad darbuotojas galėtų padėti įrankį atgal į vietą. Tai pat kiekvienas darbuotojas turi sąrašą įrankių, kurie turi būti ant jo darbo stalo, todėl kiekvieną kart atėjęs į darbą turi pasitikrinti, ar visi darbo įrankiai savo vietose ir ar nieko netrūksta.

Susitvarkius darbo vietą, vieną savaitę buvo stebima, kad darbuotojai sektų įrankių vietas ir gražintų į jas, kai nėra reikalinga. Po savaitės, kai darbuotojai priprato prie naujos tvarkos buvo parskaičiuojami surinkimo pajėgumai. Gauti duomenys pateikiami 7 lentelėje.

7 lentelė. 5 S įdiegimo rezultatai

Gaminys	ECO4 +	ECO 4	PRO 4	TCO4 HCV	TCO4 LCV	Eco-Light +	Ec4-Light	Plug4 +	Plug 4
Surinkimo laikas prieš 5S, s.	42	48	57	57	57	100	115	70	70
Surinkimo laikas po 5S, s.	40	45	50	50	50	80	100	60	65

Lentelėje pateikiami duomenys apie gaminių surinkimo kiekius per valandą prieš 5S ir po jo įdiegimo. Iš lentelės duomenų matoma, kad visų gaminių surinkimo kiekiai per valandą padidėjo. Procentinis surinkimo kiekio padidėjimas pavaizduotas 3.2 pav.

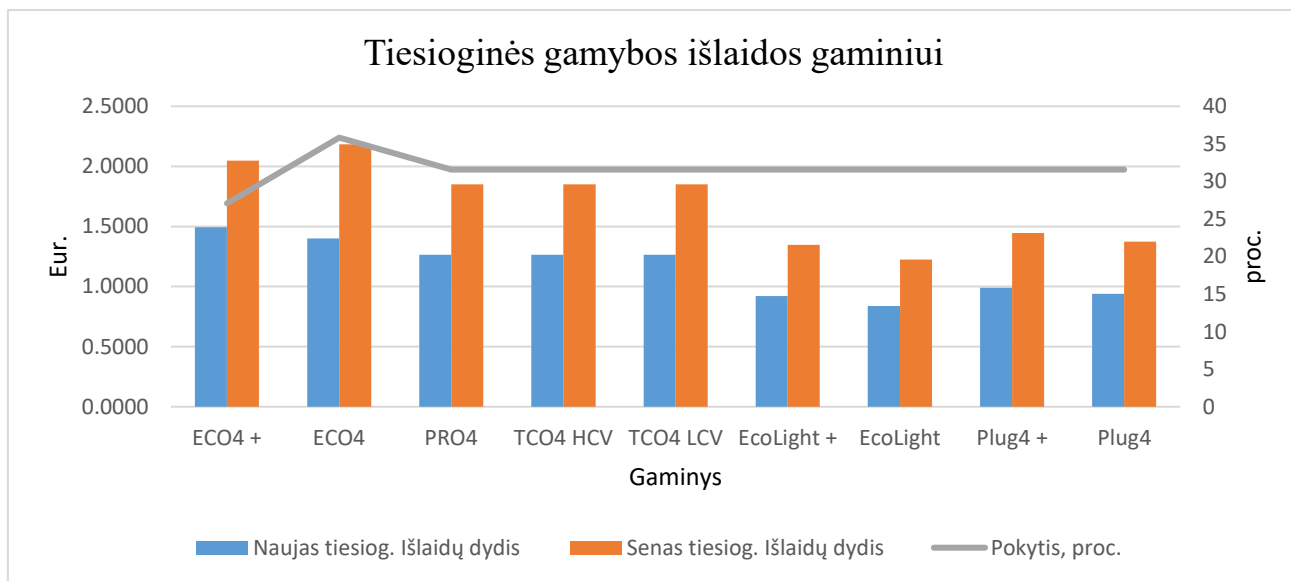


3.2 pav. Surinkimo kiekių pokytis procentais

Įdiegus 5S gamybos skyriuje surinkimo darbo vietoje ir perskaičiavus valandinius padaromus kiekius (ž. r. 4 priedas), nustatyta, kad labiausiai padidėjo Ecolight+ gaminio surinkimas, jo valandinis kiekis padidėjo 25 proc. lyginant su prieš tai buvusiu kiekiu. Mažiausiai padidėjo Eco4+ gaminio surinkimas. Anksčiau darbe buvo minėta, kad Ecolight gaminiai yra patys lengviausi surinkimo atžvilgiu, todėl ir valandinis kiekis taip ženkliai pakilo, vertinant mažiausiai padidėjusį surinkimo

kiekį galima pabrėžti, kad šis gaminys sunkiausiai susirenka, jam reikalingas kruopštus darbas, o gaminio pardavimai yra vieni didžiausių, todėl 5 proc. padidėjimas yra geras rodiklis gamybos procese. Vertinant bendrai visą surinkimo pajėgumą, paskaičiuotas 13 proc. padidėjimas.

Surinkimo kiekių padidėjimas trumpina bendrą gaminio gamybos laiką, kas turi įtakos įmonės gaminių savikainai. Įmonės gaminių savikainai įtakos turi ir planuojamas gaminti kiekis per mėnesį. Taigi, pasikeitus naujiems surinkimo laikams, buvo perskaičiuotos tiesioginės gamybos išlaidos vienam gaminiui. 3.3 pav. pateikiama diagrama su naujomis ir senomis tiesioginėmis gamybos išlaidomis.



3.3 pav. Tiesioginės gamybos išlaidos gaminiui lapkričio mėn., Eur.

Tiesioginės gamybos išlaidos įmonėje X perskaičiuojamos kiekvienam mėnesiui iš naujo, didžiausią įtaką tam turi planuojamas patirti išlaidų kiekis, gaminio gamybos laikas ir planuojamas gaminti kiekis per mėnesį. Tam, kad pamatyti realų pokytį tarp tiesioginių gamybos išlaidų prieš 5S įdiegimą ir po, buvo skaičiuota to paties mėnesio išlaidos, tik skirtingais gaminio pagaminimo laikais. 11 pav. matoma, kad tiesioginės gamybos išlaidos gaminiui sumažėja, kai padidėjo surenkamas gaminių kiekis per valandą. Lapkričio mėnesio tiesioginės gamybos išlaidos labiausiai sumažėjo Eco4 gaminio, sumažėjo 36 proc.. Lyginant mažiausiai sumažėjusio gaminio tiesiogines išlaidas, pastebima, kad tai Eco4+ gaminys. Šio gaminio gaminamas kiekis lapkričio mėn. buvo didžiausias planuojamas gaminti kiekis (8 lentelė), todėl gaminio išlaidos taip nesumažėjo.

8 lentelė. Planuojami gamybos kiekiai lapkričio mėn., vnt.

Gaminys	ECO4 +	ECO4	PRO4	TCO4 HCV	TCO4 LCV	EcoLight +	EcoLight	Plug4 +	Plug4
Planuojamas kiekis, vnt.	11013	581	2827	2408	1403	6290	1277	1007	230

Kaip matoma iš lentelės, Eco4 gaminio lapkričio mėnesiui buvo planuota tik 581 vnt. todėl pagal gaminio pagaminimo laiką jo tiesioginės gamybos išlaidos sumažėjo labiausiai. Tiesioginės gamybos išlaidos turi įtakos gaminio savikainai, vadinasi kiekvieno gaminio savikaina taip pat sumažėjo. 3.4 pav. pateikiama informacija, kiek sumažėjo kiekvieno gaminio savikaina.



3.4 pav. Tiesioginių gamybos išlaidų sumažėjimas, Eur.

Remdamiesi 16 pav. duomenimis, galima teigti, kad gaminio savikainos sumažėjo nuo 0,39 Eur iki 0,78 Eur. Per gaminį. Nors anksčiau analizuotam grafike pastebėta, kad procentiniu dydžiu mažiausiai sumažėjo Eco4+ gaminio tiesioginės gamybos išlaidos, tačiau savikainos dydis mažiausiai sumažėjo Ecolight gaminio. Galima daryti išvadą, kad 5S įdiegimas turėjo teigiamą poveikį įmonei. Susikongravus į gamybos skyriaus surinkimo darbo vietą, nustatyta, kad būtina diegti 5S įrankį gamybos efektyvumui didinti. Įdiegus įrankį, perskaičiavus surinkimo darbuotojų padaromus kiekius, gauta, kad rezultatai matomi per sumažėjusias gamybos tiesiogines išlaidas gaminiui. Tai pat, atsinaujinus surinkimo laikus, būtų galima paskaičiuoti galimus pagaminti kiekius per dieną. Tam tikslui gamyboje bandoma įdiegti kitą lean įrankį – Heijunka.

Tai pat, atsinaujinus surinkimo laikus, būtų galima paskaičiuoti galimus surinkti kiekius per dieną. Jei gamintų vienas žmogus vieną gaminį, pvz. Eco4+, vietoj 320 vnt. per dieną, jis surinktų 336 vnt., arba ecolight gaminio atveju vietoj 640 vnt., surinktų 800 vnt. per dieną. Padidėjus surenkamam kiekiui, turėtų padidėti ir pagamintų gaminių kiekis per dieną. Pagamintų gaminių kiekis bus skaičiuojamas sekančiame skyriuje, tam tikslui gamyboje bandoma įdiegti kitą lean įrankį – Heijunka.

3.2. Gamybos dienos darbų planavimas

Vienas iš lean įrankių – Heijunka – praktikoje taikomas dėl esamų svyravimų išlyginimų, darbo stabilizavimui. Remiantis Heijunka teorija, įdiegus įmonėje X šį įrankį, turėtų išsispęsti netikslaus planavimo ar darbo neturėjimo klausimai.

Pirmiausia esamos lentos dalyje buvo surašyti visi naujai gauti valandiniai kiekiai, po to nenaudojama lentos dalis subraižyta ir surašyti visi gamyboje dirbantys žmonės. (3.5 pav.)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16												
GAMINYS	ECO4 PLUS	ECO4 MINUS	PKO	TCO HCV	TCO LCV	ECO4 LIGHT PLUS	ECO LIGHT MINUS	PLUG PLUS	PLUG MINUS	07	JUSTI	VALDIR T.	ALMA	SEVERNA	SIGITA	LAURA	PARITA	ARISTE	LILVA	ANDRIUS	RODESTAS	KAROLIS	DIANA	KAROLINA	LEVA	KRISTINA	ZANETA	
PAKAVIMAS	294 (E) 108 (S)					122 (S) 500 (S)				08																		
SURINKIMAS						350 (S)	550 (S)			09																		
DĖŽLĖS	540		180		180		800			10																		
KORPUSŲ PARUŠIMAS										11:30																		
TESTAVIMAS										12:30																		
PROGRAMAVIMAS										13:30																		
LAIKŲ PARUŠIMAS										14:30																		
BATERIJOS																												
ANTENOS																												

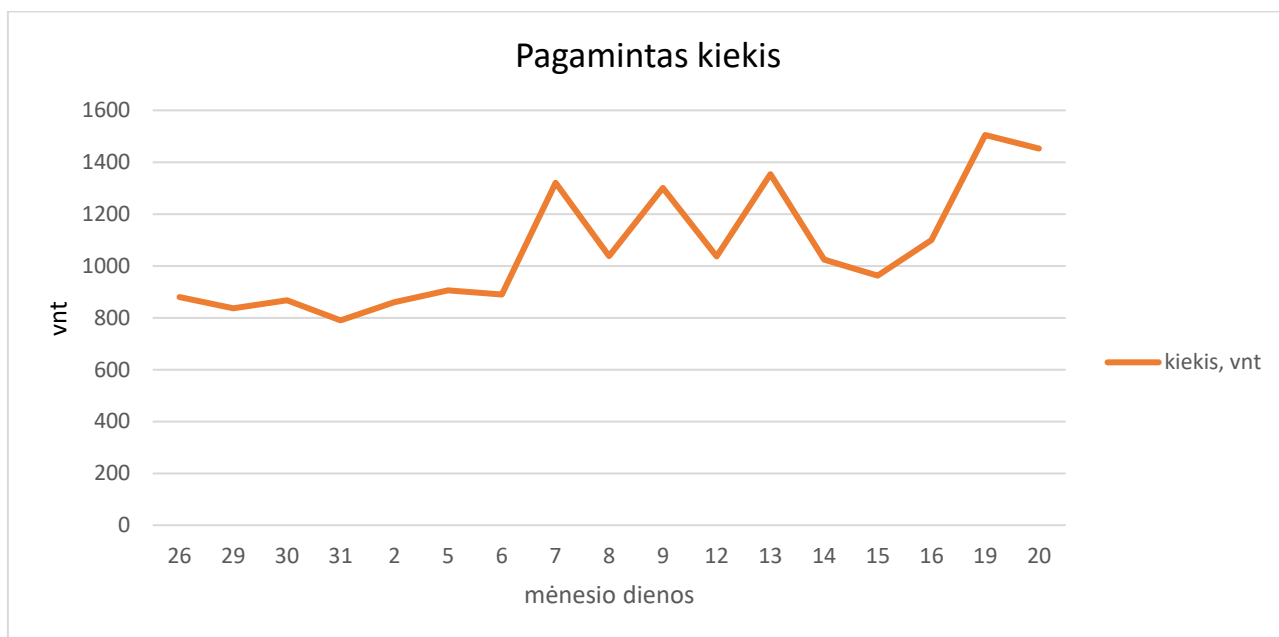
3.5 pav. Atnaujinta gamybos planavimo lenta [23]

3.5 pav. pateikiama kaip planuojama darbo diena kiekvienam darbuotojui atskirai. Planavimo sąlygos lieko kaip ir prieš tai: planas daromas kiekvieną darbo dieną apie 16 val. Pasirinktas toks laikas, kadangi tuo metu jau būna užregistruoti visi dienos pardavimo užsakymai, o jei užsakymas registruojamas vėliau, tuomet, visi pardavėjai yra informuoti, tas užsakymas skaitysis kaip sekančios dienos užsakymas. Naujai prisidėjo ta planavimo dalis, kad kiekvienas darbuotojas turi savo planą, kurį reikia parašyti. Kiekviena darbo valanda turi būti suplanuota individualiai. Plano rašymas prasideda nuo specialių pardavimo užsakymų, pirmiausia reikia pasirūpinti, kad būtų programuotų pusgaminių užsakymui vykdyti, jei jų yra programuotų, tuomet galima planą rašyti iškart nuo testavimo dalies. Kiekvienas gaminytis turi išvestą valandinį kiekį, kuris padeda orientuotis planuojant kiek valandų gali reikėti testavimui, kada būtų galima pradėti surinkimą, taip pat, kada galima pradėti planuoti pakavimą. Taigi, pirmiausia išdalunami visi specialūs užsakymai, esant laisvoms valandoms planuojama standartinių gaminių gamyba. Planuojant nuoseklų planavimą, lieka kai kur laisvų

valandų, tokias laisvas valandas galima išnaudoti paruošiamiesiems darbams: korpusų darymui, dėžučių lankstymui ir t. t.. Taip vyksta pasiruošimas ne tik planuojamos dienos užsakymams, bet ir šiek tiek į priekį. Kas reiškia, kad kitą dieną gali neprireikti korpusų, tačiau kaip tik gali reikėti daugiau žmonių surinkime, tuomet yra žinoma, kad korpusų nepritrūks ir tas žmogus gali prisijungti prie surinkimo didinant surinkimo pralaidumą, kartu didinant galimybes pagaminti daugiau nei įprastai.

Įmonėje X Heijunka taikoma tik antras mėnuo, todėl nėra dar tvirtų įgūdžių planuojant kiekvieno darbuotojo darbus, kartais pasitaiko didelių nepataikymų, kadangi testavimo metu iškilo techninių kliūčių (sugedo stendas, neveikia reikiamas konfigūраторius, nėra konfigūracijos), todėl planuoti darbai nusivėlina. Todėl kol įrankis nėra išdirbtas reikia daug pastangų palaikyti planą funkcionuojančiu. Heijunkos įrankio pagalba galima realiai pamatyti kada kurie gaminiai turi būti supakuoti ir atiduoti į pagamintos produkcijos sandėlį.

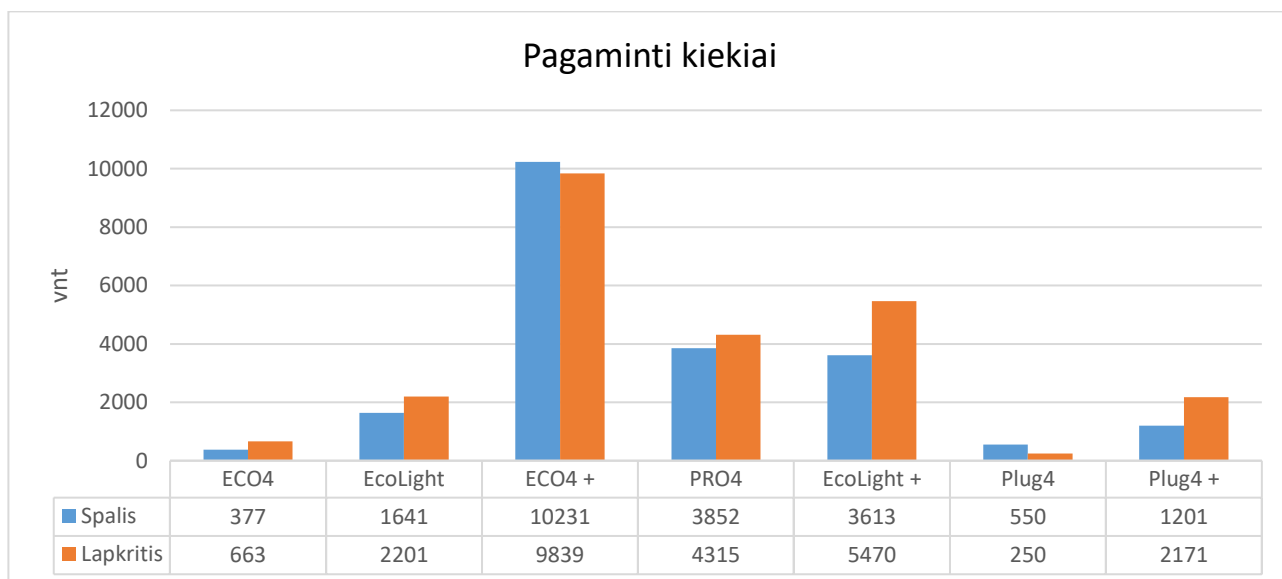
Prieš įdiegiant heijunka, maksimaliai gamybos skyrius dirbdamas viena pamaina pagamindavo iki 1000 vnt. per dieną. Šiuo metu gamybos planas dienai gali siekti 1500 vnt. per dieną. Eksperimentuojant su individualiais darbuotojų planais buvo rinka informacija, kiek kiekvieną dieną gamina įmonės X gamybos skyrius. Gauti duomenys pateikiami 3.6 pav.



3.6 pav. Dienos kiekis pradėjus taikyti Heijunka, vnt.

Remdamiesi grafiko duomenimis, galima teigti, kad pradėjus naudoti heijunka metodą kiekvieno darbuotojo veiklai planuoti, gamybos apimtys padidėjo. Heijunka pradėta taikyti spalio 26 dieną, ir iki lapkričio mėnesio 6 dienos gaminamas dienos kiekis buvo apylygis, sekančią dieną gaminamas kiekis padidėjo gerokai virš 1000 vnt. per dieną. Sekančiomis dienomis matomas svyravimas, tačiau tik 15 dieną gaminamas kiekis nukrito žemiau 1000 vnt. ribos. Analizuojant mėnesio duomenis,

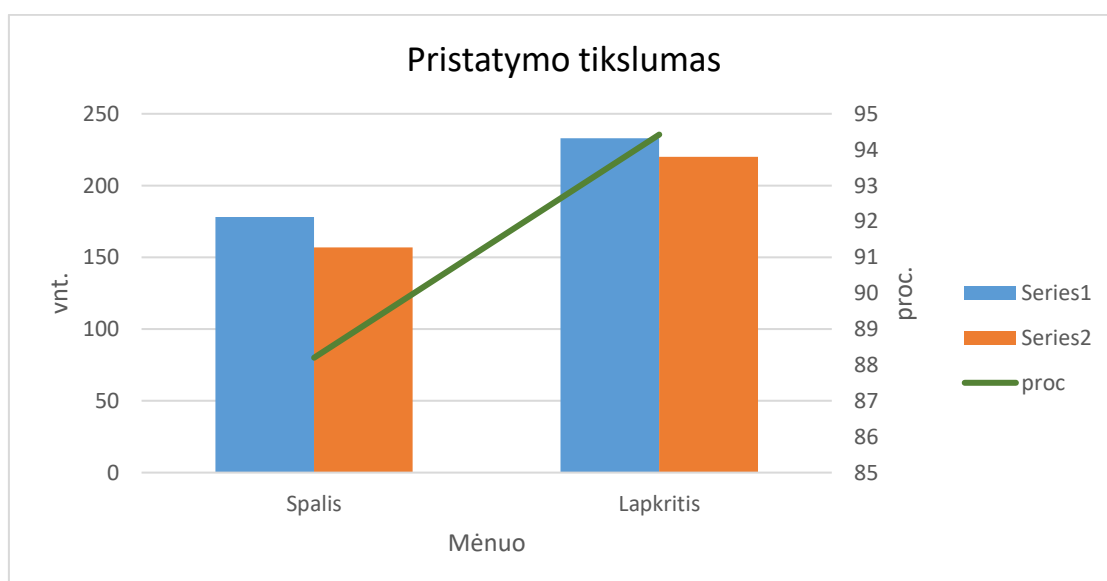
pastebimas lapkričio mėnesio gaminio padidėjimas, įvertinti pilnų mėnesių palyginimui buvo padarytas 3.7 pav.



3.7 pav. Pagaminti kiekiai spalio – lapkričio mėn., vnt.

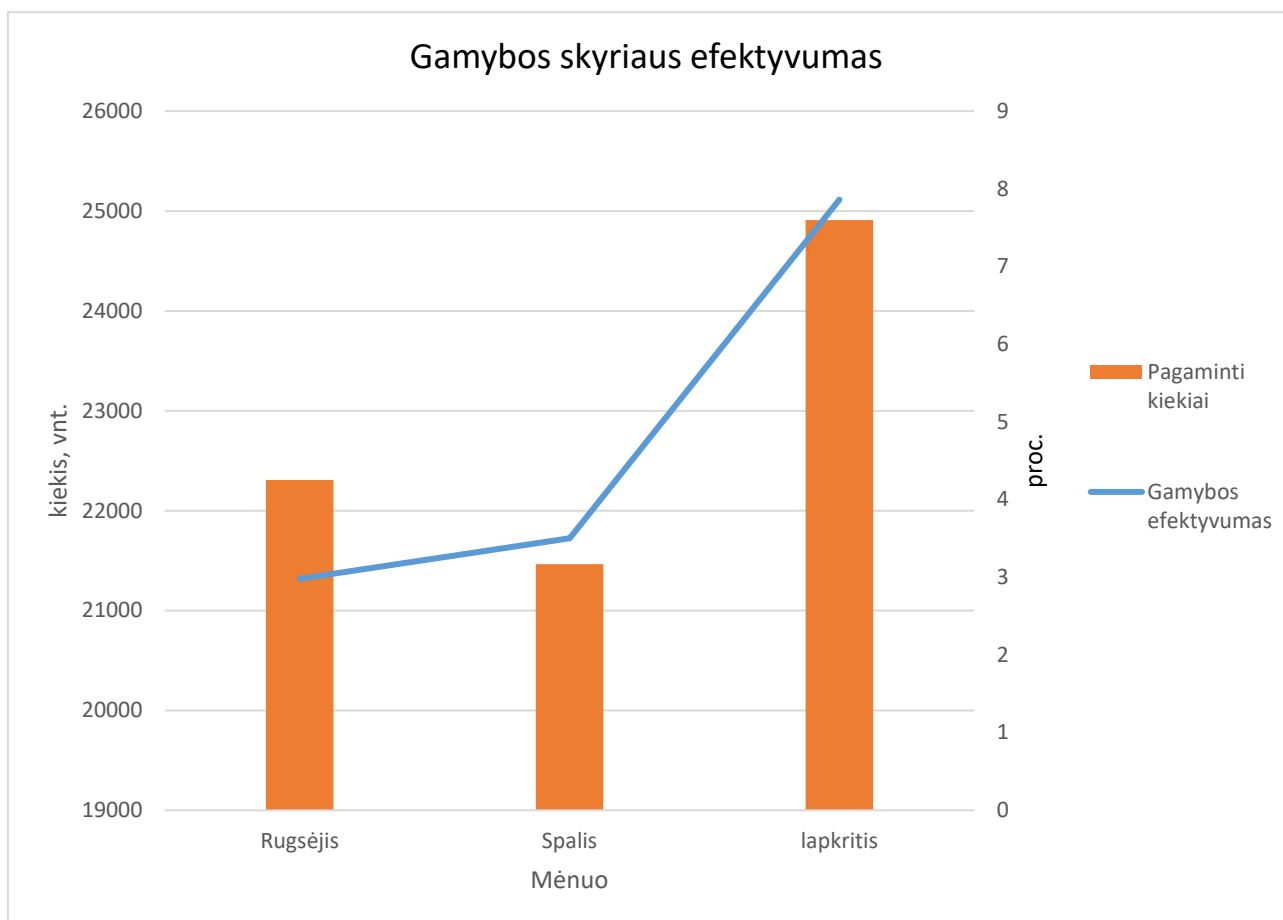
3.7 pav. pateikiami duomenys, kuriais remiantis galima teigti, kad naudojant Heijunka metodą, gamybos skyriuje gaminama daugiau nei prieš tai. Bendrai spalio mėnesį buvo pagaminta 21465 vnt. gaminių, o lapkričio – 24909 vnt. Tai yra Heijunka įrankio taikymo pradžia, įgudus ir darant mažiau klaidų gamybos apimtys gali būti dar didesnės.

Taigi, Heijunka metodas tinka įmonės X gamybos procesui gerinti, nuo įrankio taikymo pradžios gamybos kiekiai didėjo, darbuotojai turėjo vis mažiau neaiškaus laiko, ką dirbti, gamybos procesas eina sklandžiau. Heijunka ir toliau lygins įmonės X gamybos proceso svyravimus, siekiant kuo didesnio gamybos efektyvumo. Taip pat, buvo paskaičiuotas šių dviejų mėnesių pristatymo tikslumas (3.8 pav.)



3.8 pav. Paskutinių gamybos mėn. pristatymo tikslumas

Analizuojant gautus duomenis, matome, kad lapkričio mėn. pristatymo tikslumas buvo geresnis ir siekė 94 proc. Lyginant su spalio mėnesiu, pristatymo tikslumas pagerėjo 6 proc.. Vadinasi, Heijunka veikia ir įmonės rodikliai gerėja. Sekantis įmonės rodiklis, kuris pradeda didėti yra gamybos efektyvumo rodiklis. (ž.r. 3.9 pav.)



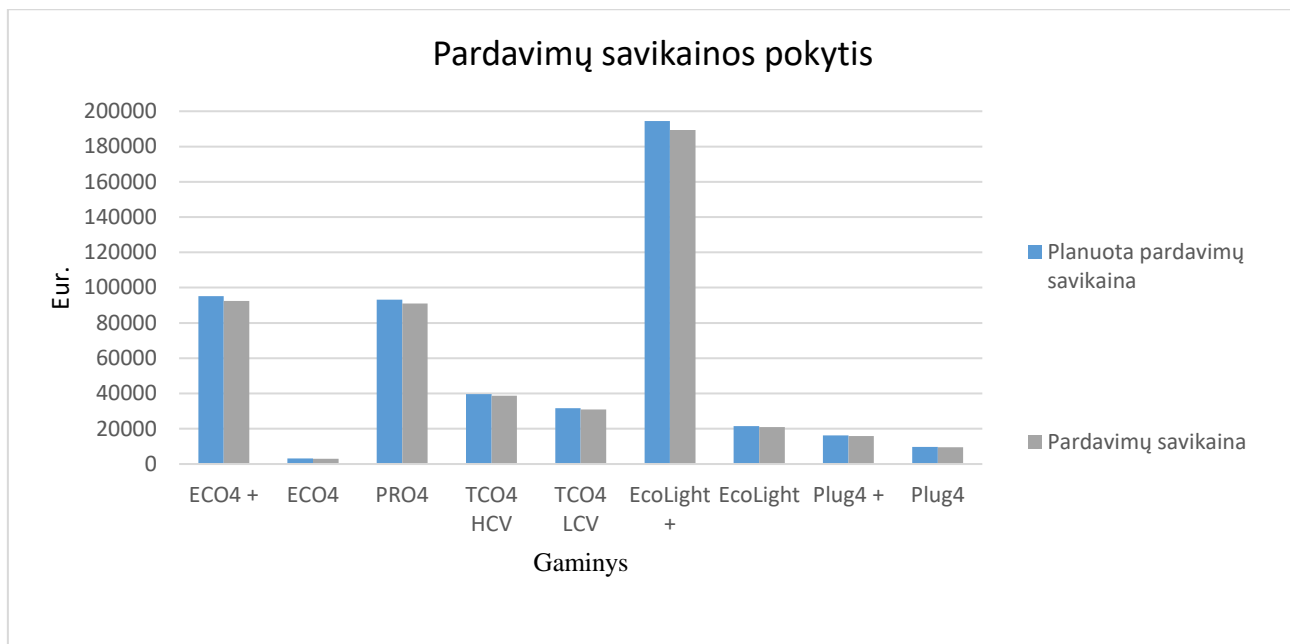
3.9 pav. Gamybos skyriaus pagaminti kiekiai ir efektyvumas., vnt. ir proc.

Gamybos efektyvumo rodiklis yra skaičiuojamas remiantis to mėnesio pagamintų gaminių kiekiu ir dirbusių tiesioginių gamybos darbuotojų kiekiu. Kaip matoma iš 3.9 pav., gamybos efektyvumas rugsėjo -lapkričio mėn. yra didėjantis, o tai lemia pagamintas kiekius. Kaip matoma iš pav. rugsėjo mėn. įmonės gamybos skyrius gamino neefektyviai, kadangi efektyvumo kreivė eina žemiau pagaminto kiekio ribos. Taip pat galima pastebėti, kad nors spalį pagaminta mažiau, tačiau efektyvumas yra didesnis. Tai galėjo lemti darbuotojų perteklius arba neefektyvius jų pradirbtas laikas. Lapkričio mėn. Efektyvumo rodiklis pakilo iki 8 proc.

3.3. Modernizavimo ekonominė nauda

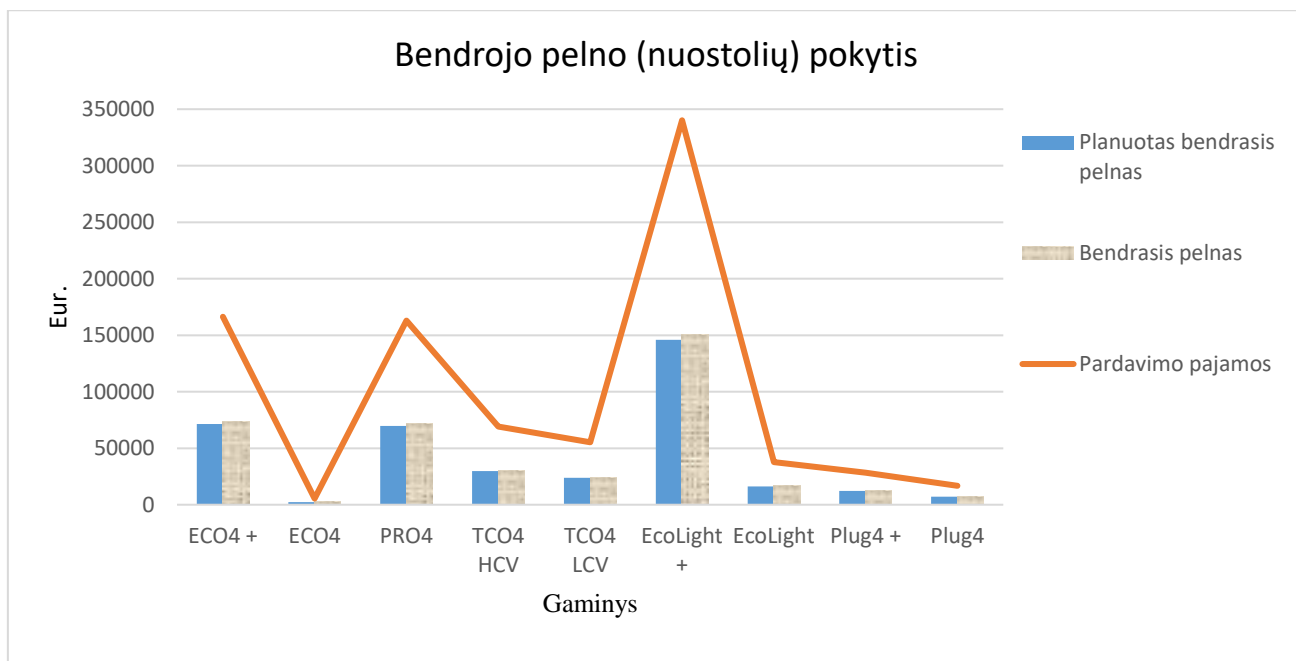
Įmonėje pradėjus diegti 5S ir darbų planą pagal heijunką metodiką, gamybos skyriaus rodikliai pagerėjo. Įmonė vienu kartu investavo į naujo metodo eksperimentą, todėl svarbu žinoti, kokią naudą įmonei tai atnešė.

Pirmiausia, ką galima apibrėžti, tai tvarką darbo vietoje: kiekvienas darbuotojas turi reikiamus įrankius po ranka, o jiems nesant pats rūpinasi jų papildymu, nereikalingi daiktai patraukti iš darbo vietos, kad nemaišytų dirbti, būtų patogų pasidėti reikiamus daiktus, o visa tai neša didesnius vidutinius kiekius per valandą. Vidutiniai kiekiai reikalingi tikslesniam gamybos darbų planui sudaryti, taip pat savikainos skaičiavimui. 3.10 pav. pateikiamas kiekvieno pardavimų savikainos skirtumas.



3.10 pav. Pardavimų savikaina ir pardavimų pajamos už lapkričio mėn., Eur.

Pardavimo savikaina buvo skaičiuojama iš pradžių senąją gaminio savikainą sudauginus su parduotais kiekiais, gauta planuota pardavimų savikaina. Taip buvo gautas teorinis pardavimų savikainos dydis, jei gamybos procese niekas nebūtų pasikeitę (ž. r. 5 priedą). Pasikaitusią pardavimo savikainą skaičiuojama perskaičiuota gaminio savikaina dauginant iš parduoto gaminių kiekio. Kaip matoma iš 3.10 pav. pardavimo savikainos pagal gaminius skirtumas nėra labai ryškus, todėl siekiant detalesnės informacijos buvo sudarytas 3.11 pav., kuriame pateikiamas bendrojo pelno skirtumas.



3.11 pav. Bendrojo pelno (nuostolių) pokytis po savikainos pasikeitimo. Eur.

Apskaičiavus bendrojo pelno (nuostolių) dydį pagal gaminius, gautų duomenų vaizdas pateikiamas 3.11 pav., kur matoma, kad lapkričio mėn. įmonė daugiausia pajamų o kartu ir bendrojo pelno patyrė iš Ecolight+ gaminių pardavimų. Šio gaminio bendrojo pelno pokytis yra vienas didžiausių – 3,28 proc. (ž.r. 9 lentelė). Analizuojant lentelės duomenis, matoma, kad didžiausias bendrojo pelno pokytis yra iš Eco4 gaminio (5,41), tačiau jo pardavimai nedideli ir didelės įtakos bendrojo pelno (nuostolių) dydžiui neturi.

9 lentelė. Bendrojo pelno iš parduotų gaminių procentinis pokytis, proc.

Gaminys	ECO4 +	ECO4	PRO4	TCO4 HCV	TCO4 LCV	Eco-Light +	Eco-Light	Plug4 +	Plug4	Viso:
Pokytis, proc.	3.55	5.41	2.82	2.82	2.82	3.28	3.25	2.26	2.35	3.14

Išanalizavus gautą lentelę, matoma, kad visas bendrasis pelnas padidėja 3,14 proc., kuomet buvo skaičiuota nauja savikaina. Senojo savikainio atveju, įmonės bendrasis pelnas būtų mažesnis 113783 eur.

Įmonės gamybos skyriuje surinkimui įdiegus 5 S gamybos procesas pasikeitė: surinkimas tapo greitesnis, darbuotojai mažiau laiko praleidžia vaikščiodami ir ieškodami įrankių, nes viską turi po ranka. Stengiamasi palaikyti nuolatinę kontrolę dėl tvarkos darbo vietoje, kol tai taps įpročiu. Pagerinus surinkimo kiekius, ir pritaikius Heijunka metodą planavime, gamybos darbuotojai dirba efektyviau, jiems nekyla klausimų ką reikia daryti, visi svarbūs užsakymai atliekami laiku, arba galima tiksliai pasakyti datą, kada bus padaryti ir klientai lieka patenkinti.

Išvados

1. Atliekant gamybos proceso modernizavimo galimybių analizę mokslinėje literatūroje, nustatyta, kad įmonės diegia naujoves įmonės viduje, stengiasi likti patrauklios savo klientams ir konkurencingos. Literatūroje pateikiama, kaip teigiamai pasikeičia įmonės rodikliai įdiegus 5S metodą ar pradėjus pradėjus tiksliau planuoti remiantis Heijunka metodika.
2. Atlikus įmonės X gamybos proceso SSGG analizę nustatyta, kad įmonė gamina kokybiškus gaminius, tačiau per 2018 metų pirmą pusmetį labai krito pristatymo tikslumo rodiklis (nuo 82 proc. 69 proc.). Naudojantis Pareto histograma, nustatyta, kad tam buvo 2 priežastys: žaliavų trūkumas ir maži gamybos pajėgumai. Gilesnei analizei buvo panaudotos priežasčių – pasekmių diagramos, nustatyta, kad didžiausia priežastis, kodėl gamyba nespėja gaminti yra dažnas žaliavų trūkumas, dėl kurio pirmą pusmetį vėlavo 158 vnt. siuntų.
3. Gamybos proceso modernizavimui buvo pasiūlyta diegti 5S įrankį ir pradėti tikslingesnį planavimą remiantis heijunka metodika. Įdiegus 5S įrankį, darbuotojų darbo efektyvumas padidėjo 7,86 proc., pagaminamas gaminių kiekis padidėjo 16 proc. daugiau per analizuojamą mėn., o užsakymų išsiuntimo tikslumas padidėjo nuo 88 proc. iki 94 proc.. Įmonės bendrojo pelno dydis lapkričio mėn. buvo 3,14 proc. didesnis nei planuota dėl sumažėjusios gamybos savikainos.

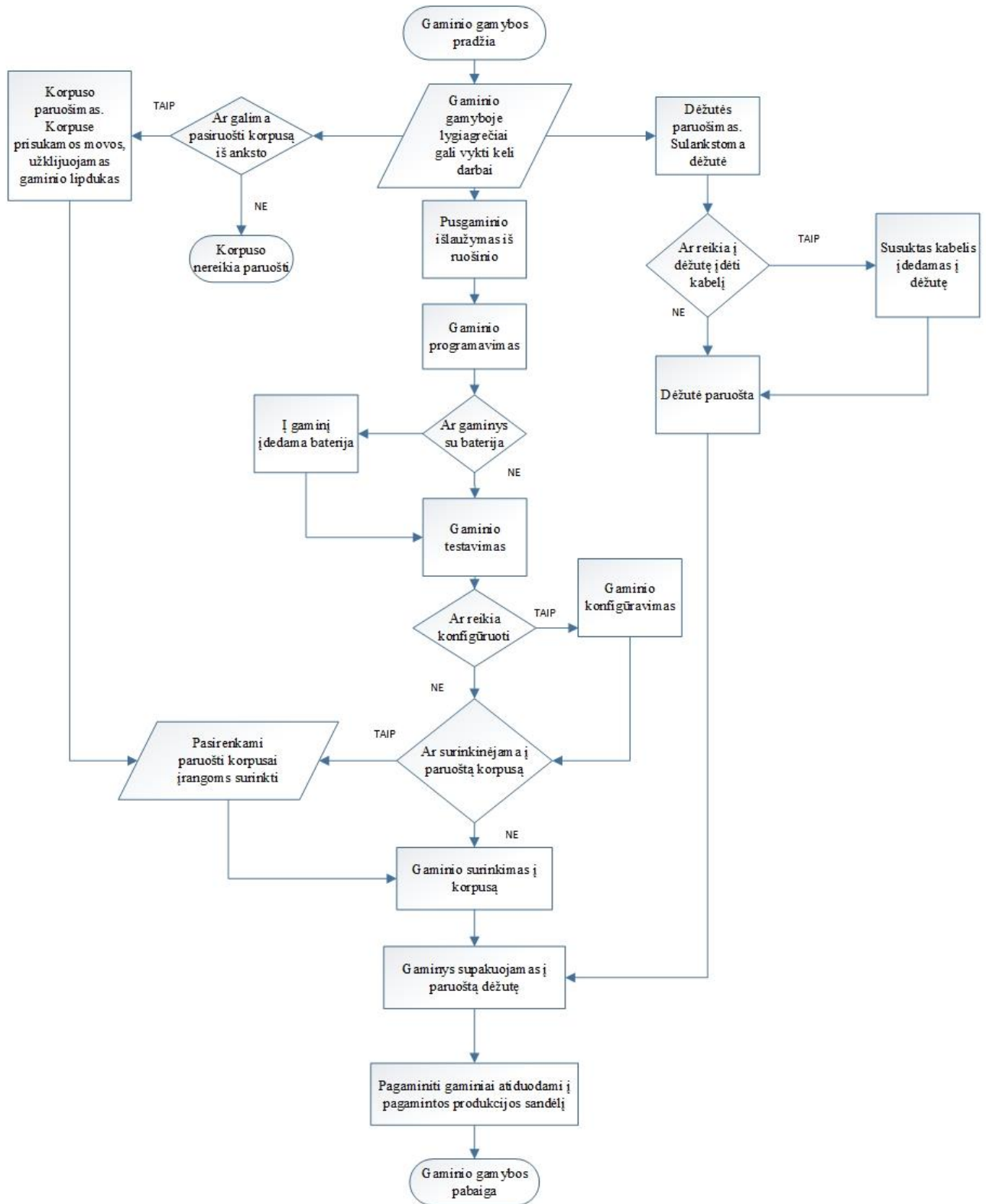
Literatūros sąrašas

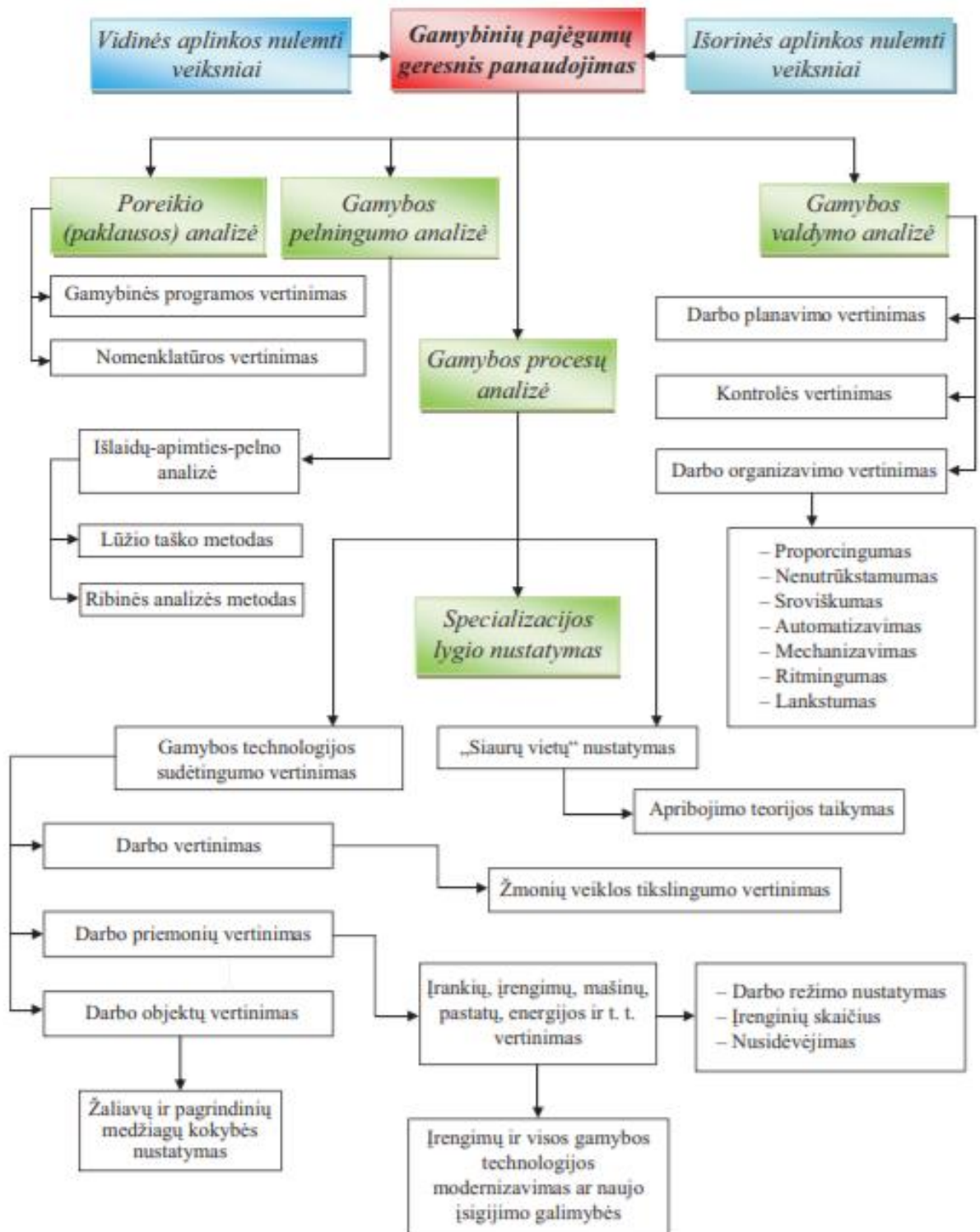
1. Krušinskas R., Benetytė R., Inovacijos įmonės veiklos kontekste: teorinis aspektas. *Science and studies of Accounting and finance: Problems and Perspectives*, Vol. 9, No.1, 2014. [interaktyvus] [žiūrėta 2018.12.15] Prieiga per: <http://erd.asu.lt/ssaf/article/view/129>;
2. Miletic M.; Miletic I. Lean methodology and its derivatives usage for production systems in modern industry. *Applied Engineering Letters* Vol.2, No.4, 144-148. [interaktyvus] 2017. [žiūrėta 2018.10.15] Prieiga per: <http://oaji.net/articles/2017/3807-1514320345.pdf>;
3. Chesbrough H. W.; Garman A. R. How open innovation can help you cope in lean times. *harvard business review*. [interaktyvus] 2009. [žiūrėta 2018.10.20] https://pdfsecret.com/queue/how-open-innovation-can-help-you-cope-in-lean-timesfastbridge_5a1df1d4d64ab217dbbf5faa_.pdf?queue_id=-1;
4. Baliukonis T., Čiarnienė R., Efektyvumo didinimas mažinant nuostolius. Visuomenės saugumas ir viešoji tvarka (12). ISSN 2029-1701, 2014. [žiūrėta 2018.09.01] Prieiga per: <https://repository.mruni.eu/handle/007/14964?show=full>;
5. Sapiegienė L., Juknevičienė V., Stoškus S. Inovacijų diegimo procesas: Šiaulių miesto gamybos įmonių atvejų analizė. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos*, 237-249. 2009. [žiūrėta 2018.11.01] Prieiga per: http://www.su.lt/bylos/mokslo_leidiniai/ekonomika/09_02_15/sapiegiene.pdf;
6. Pagosian S., Dzemyda I., Inovacijos versle ir jas lemiantys veiksniai teoriniu ir politiniu aspektu. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos*. 2012. 1 (25). 63–76 [žiūrėta 2018.11.01] Prieiga per: <file:///C:/Users/asta.vitartaite/Downloads/6093407.pdf>
7. Kerzner H. Project management, *The International Insitute for Learning New York, New York* [interaktyvus] 2008. [žiūrėta 2018.10.15] Prieiga per: <http://honestyets.pbworks.com/f/Project+Management+--+A+Systems+Approach+--+10thEd.pdf>;
8. Dunford, R.; Su, Q.; Tamang E.; Wintour A. The Pareto Principle. *The Plymouth Student Scientist*, 140–148 [interaktyvus] 2014. [žiūrėta 2018.11.09] Prieiga per: <https://pdfs.semanticscholar.org/ef82/dfe7b0ef7a88727636f5ad680a464e33e345.pdf>;
9. Veres (Harea) C.; Marian L.; Moiva S.; Al-Akel K. Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing* 22 (2018) 900–905, [interaktyvus] 2017. [žiūrėta 2018.11.12] Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978918304232>;
10. Patel V. C.; Thakkar H. Review on Implementation of 5S in Variuos Organization. *Journal of Engineering Research and Applications*, vol 4., 774-779. [interaktyvus] 2014. [žiūrėta 2018.11.06] Prieiga per: http://www.ijera.com/papers/Vol4_issue3/Version%201/EB4301774779.pdf;

11. Omogbai O.; Salonitis K. The implementation of 5S lean tool using system dynamics approach. *Procedia CIRP*, 380-385. [interaktyvus] 2017. [žiūrėta 2018.11.06] Prieiga per: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2212827117300586?token=3197836C1E12F4E26DDEA12D19260F571C5FC6554E5A4DE98F31A8C36ABF3B179D594226066E91AF497A74C88C770864>;
12. Tuček D.; Dlabač J. Lean production systems ir practise. *Recent Researches in Applied Mathematics and Economics*, 161-166. [interaktyvus] 2012. [žiūrėta 2018.10.16] Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/262348035_Lean_production_systems_in_practice
13. Mikva, M.; Prajova, V.; Yakimovich, B.; Korshunov, A.; Tyurin, I. Standardization – One of the Tools of Countinuous Improvement. *Procedia Engineering*. Vol. 149, 329-332. [interaktyvus] 2016. [žiūrėta 2018.11.27] Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816311845>;
14. Santos R. F. L.; Silva F. J. G.; Gouveia R. M.; Campilho R. D. S. G.; Pereira M. T.; Ferreira L. P. The Improvement of an APEX Machine involved in the Tire Manufacturing Process. *Procedia Manufacturing*, 571-578. [interaktyvus] 2018. [žiūrėta 2018.12.04] Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978918312150>;
15. Pettersen J. Defining lean production: some conceptual and practical issues. *The TQM Journal* Vol. 21 No. 2, [interaktyvus] 2009 [žiūrėta 2018.12.01] Prieiga per: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.451.9811&rep=rep1&type=pdf>;
16. Lippolt., Ch. R; Furmans, K. Sizing of Heijunka-controlled Production Systems with Unreliable Production Processes. *IFIP International Federation for Information Processing, Vol. 257*. 11-19. [interaktyvus] 2008. [žiūrėta 2018.11.30] Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/29825918_Sizing_of_Heijunka-controlled_Production_Systems_with_Unreliable_Production_Processes;
17. Hüttmeir A.; Treville S.; Ackere A. Trading Off Between Heijunka and Just-in-Sequence. *International Journal of Production Economics*, 118(2), 501-507 [interaktyvus] 2009. [žiūrėta 2018.11.09] Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/46487086_Trading_off_between_heijunka_and_just-in-sequence;
18. Barbosa G., Andrade F., Biotto C. and Mota B. Implementing lean construction effectively in a year in a construction project. *Proceedings IGLC-21*, [interaktyvus] 2013, [žiūrėta 2018.11.09] Prieiga per: <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-73dc6fab-724b-47eb-b55f-4847987668e4.pdf>;

19. Zakarevičius P., Burgis D., Pažangių planavimo sistemų ir taupios gamybos kompleksinio taikymo galimybės. *Regional Formation and Development Studies, No. 1 (15)* [interaktyvus] 2015. [žiūrėta 2018.11.09] Prieiga per: <http://193.219.76.12/index.php/RFDS/article/view/1090>;
20. Ma, Z.; Dong, X.; Lin, S. Focus on the Development of Shale Gas Industrial Clusters in China -- -- Based on SWOT Analysis. *The Open Petroleum Engineering Journal*, [interaktyvus] Vol 7, China, 2014. 142-148. [žiūrėta 2018.11.11] Prieiga per: <https://pdfs.semanticscholar.org/8f22/0b0f0bbf5943975f40d5accc10abbb782a59.pdf>;
21. Hay, G. J.; Gastilla, G. Object-Based Image Analysis: Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT). *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Earth Sciences*. [interaktyvus] 2006. 454. [žiūrėta 2018.12.12] Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/241624453_Object-Based_Image_Analysis_Strengths_Weaknesses_Opportunities_and_Threats_SWOT;
22. Kruse S. O.; Shuh G.; Arnoscht J.; Rudolf S.; Riesener M.; Wissel S. Lean Innovation – Strategische Erfolgsfaktoren für mittelständische Arzneimittelhersteller, *Pharm. Ind. 75, Nr. 1* 131–142 [interaktyvus] 2013. [žiūrėta 2018.11.30] Prieiga per: <https://www.diapharm.com/at/news/lean-innovation-strategische-erfolgsfaktoren-fuer-mittelstaendische-arzneimittelhersteller/>;
23. Įmonės X duomenys. Surinkimo instrukcijos, gamybos skyriaus heijunka lentos informacija.
24. Žikevičiūtė E., Zabelavičienė I., Gersenių gamybinių pajėgumų naudojimo priemonės. *Mokslas – Lietuvos ateitis*, [Interaktyvus] 268–273, 2012, [žiūrėta 2018.10.29] Prieiga per: <https://search.proquest.com/openview/c614189571debbd31011a38c3766b52/1?pq-origsite=gscholar&cbl=686354>;

Įmonės gaminių gamybos kelias





Gamybos darbuotojo dienos darbo žymėjimo šablonas

Padarytas valandos kiekis skaičiuojamas nuo darbo pradžios iki pabaigos. Lentelė pildoma kas valandą. Lentelės išskaidyta kvadratiukais, kairiajame kvadratiuko kampe yra nurodyto gaminio valandos norma. Darbuotojas pasirašo kokį gaminį gaminą atitinkamą valandą. Visos papildomos veiklos pildomos į pastabas (tualetas, ėjimas įrankių, pusgaminių pasiėmimas, rūkymas, arbatos pertraukėlės)

Darbuotojas: _____

Data:

--	--

Gaminytis	06-07 val.		07-08 val.		08-09 val.		09-10 val.		10-11 val.		11-12 val.		12-13 val.		13-14 val.	
	Norma	Realus	Norma	Realus	Norma	Realus	Norma	Realus	Norma	Realus	Norma	Realus	Norma	Realus	Norma	Realus
Pakavimas	55	/	55	/	100/80	/	100/80	/	100	/	100	/	120	/	120	/
Surinkimas	40	/	45	/	50	/	50	/	80	/	100	/	80	/	80	/
Korpusų paruošimas	50	/	50	/	-	/	-	/	-	/	-	/	-	/	-	/
Dėžučių lankstymas	180	/	180	/	180	/	180	/	90	/	90	/	120	/	120	/
Testavimas	55	/	55	/	30/25	/	30/25	/	60/45	/	60/45	/	35/25	/	35/25	/
Programavimas	110	/	120	/	25	/	25	/	110	/	120	/	-	/	-	/
Laidų/ antenų paruošimas	750	/	750	/	250	/	250	/	250	/	250	/	-	/	-	/
Baterijų klįjavimas	360	/	-	/	240	/	240	/	360	/	-	/	360	/	-	/
Pastabos																

Gamybos operacijų normos po 5 S įdiegimo

	ECO4 +	ECO4	PRO4/TCO4	EcoLight +	EcoLight	Plug4 +	Plug
Pakavimas	61	67	103	125	100	120	120
Surinkimas	42	48	46	100	100	70	70
Dėžutės	216	216	212	104	104	160	160
Korpusai	65	63					
Testas	44	43	30	45	44	28	28
Programavimas	109	119	78	110	120		
Laidų paruošimas		0	178				
Baterijų paruošimas	345		240	360		360	
Antenų paruošimas	510	510					

Planuoto ir faktinio bendrojo pelno iš gaminių pokytis

	Pardavimo pajamos, Eur.	Planuota pardavimų savikaina, Eur	Planuotas bendrasis pelnas, Eur.	Nauja pardavimų savikaina, Eur.	Faktinis bendrasis pelnas, Eur.	Pokytis, proc.
ECO4 +	166400.45	95085.97	71314.48	92461.71	73938.74	3.55
ECO4	5461.31	3120.75	2340.56	2986.97	2474.34	5.41
PRO4	162925.18	93100.10	69825.08	91071.93	71853.25	2.82
TCO4 HCV	69254.94	39574.25	29680.69	38712.13	30542.81	2.82
TCO4 LCV	55403.95	31659.40	23744.55	30969.70	24434.25	2.82
EcoLight +	340171.56	194383.75	145787.81	189443.33	150728.23	3.28
EcoLight	37661.23	21520.70	16140.53	20977.91	16683.31	3.25
Plug4 +	28283.85	16162.20	12121.65	15881.36	12402.49	2.26
Plug4	16849.00	9628.00	7221.00	9454.36	7394.64	2.35
	882411.46	504235.12	378176.34	491959.39	390452.07	3.14