



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS**

**Greta Ilekytė**

**PLASTIKO PAKUOČIŲ GAMYBOS ANALIZĖ IR TOBULINIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

**Vadovas**

Doc. dr. Kazimieras Juzėnas

**KAUNAS, 2018**

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS**

**PLASTIKO PAKUOČIŲ GAMYBOS ANALIZĖ IR TOBULINIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

**Gamybos inžinerija (621H70004)**

**Vadovas**

Doc. dr. Kazimieras Juzėnas

**Recenzentas**

Doc. dr. Kristina Źukienė

**Projektą atliko**

Greta Ilekytė

**KAUNAS, 2018**

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS**

**Tvirtinu:**

Gamybos inžinerijos

\_\_\_\_\_  
(parašas, data)

katedros vedėjas

***Kazimieras Juzėnas***

\_\_\_\_\_  
(vardas, pavardė)

**MAGISTRANTŪROS STUDIJŲ BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS**

**Studijų programa GAMYBOS INŽINERIJA**

Magistrantūros studijų, kurias baigus įgyjamas magistro kvalifikacinis laipsnis, baigiamasis projektas yra mokslinio tiriamojo ar taikomojo pobūdžio darbas, kuriam atlikti ir apginti skiriama 30 kreditų. Šiuo darbu studentas turi parodyti, kad yra pagilinęs ir papildęs pagrindinėse studijose įgytas žinias, yra įgijęs pakankamai gebėjimų formuluoti ir spręsti aktualią problemą, turėdamas ribotą ir (arba) prieštaringą informaciją, savarankiškai atlikti mokslinius ar taikomuosius tyrimus ir tinkamai interpretuoti duomenis. Baigiamuoju projektu bei jo gynimu studentas turi parodyti savo kūrybingumą, gebėjimą taikyti fundamentines mokslo žinias, socialinės bei komercinės aplinkos, teisės aktų ir finansinių galimybių išmanymą, informacijos šaltinių paieškos ir kvalifikuotos jų analizės įgūdžius, skaičiuojamųjų metodų ir specializuotos programinės įrangos bei bendrosios paskirties informacinių technologijų naudojimo įgūdžius, taisyklingos kalbos vartosenos įgūdžius, gebėjimą tinkamai formuluoti išvadas.

1. Projekto tema – „Plastiko pakuočių gamybos analizė ir tobulinimas“ \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Patvirtinta 2017 m. gruodžio 11 d. dekanų įsakymu Nr. V25-11-12

2. Projekto tikslas - Išnagrinėti UAB „Plastara“ gamybos strategiją ir pateikti siūlymus gamybos tobulinimui.

3. Projekto struktūra – Gamybos plėtros strateginių tipų analizė, įmonės gamybos procesų analizė. Gamybos tobulinimo būdų kūrimas ir analizė. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
4. Reikalavimai ir sąlygos – vieno gaminio gamybos analizė. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
5. Projekto pateikimo terminas 2017 m. \_\_\_\_\_ gruodžio \_\_\_\_\_ mėn. 21 d.

6. Ši užduotis yra neatskiriama baigiamojo projekto dalis

Studentas \_\_\_\_\_  
(studento vardas, pavardė)

\_\_\_\_\_  
(parašas, data)

Vadovas \_\_\_\_\_  
(pareigos, vardas, pavardė)

\_\_\_\_\_  
(parašas, data)



## KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

(Fakultetas)

Greta Ilekytė

(Studento vardas, pavardė)

Gamybos inžinerija (621H70004)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Baigiamojo projekto pavadinimas“

### AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 17 m. gruodžio mėn. 21 d.  
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Gretos Ilekytės**, baigiamasis projektas tema „Plastiko pakuočių gamybos analizė ir tobulinimas“ 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 mokėjusi.

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

\_\_\_\_\_  
(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

\_\_\_\_\_  
(parašas)

## TURINYS

ĮVADAS .....	9
1. Gamybos plėtros strategijos teorinių aspektų analizė.....	10
1.1 Gamybos plėtros strategijos samprata .....	10
1.2 Gamybos strategijos stadijos .....	11
1.3 Pagrindiniai gamybos strategijos tikslai ir komponentai .....	12
1.4 Kokybės siekimo strategijos aspektai .....	13
1.5 Inovacijų diegimo strategijos ypatumai .....	14
1.6 Aplinkos apsaugos strategijos svarba .....	14
2. Gamybos proceso tyrimas pramonės įmonėje .....	15
2.1 Esamos gamybos plėtros galimybių analizė .....	15
2.2 Plastikai naudojami butelių gamyboje .....	17
2.3 Plastikinių butelių gamybos technologija .....	18
2.4 Įmonės apžvalga .....	20
2.4.1 Gaminio aprašymas .....	22
3. Gamybos proceso atnaujinimas .....	28
3.1 Pūtimo linijos atnaujinimas .....	28
3.2 Naujos technologinės linijos įdiegimas .....	33
3.3 Patobulinimo projekto kaštų vertinimas .....	37
REKOMENDACIJOS .....	43
IŠVADOS .....	45
LITERATŪROS SĄRAŠAS .....	46

## SANTRUMPOS

GPS	gamybos plėtros strategija
SSGG	stiprybės silpnybės galimybės grėsmės
PET	polietileno tereftalatas
HDPE	didelio tankio polietilenas
LDPE	mažo tankio polietilenas
PP	polipropilenas
PS	polistirolas
NPV	dabartinė grynoji vertė (ang. NPV, net present value)
PP	atsipirkimo laikotarpis (ang. PP, payback period)
IRR	vidinė pelno norma (ang. IRR, internal rate of return)
PI	investicijų pelningumas (ang. profitability index)
CC	finansinių išteklių kaina (ang. Cost of Capital)

Greta Ilekytė. „Plastiko pakuočių gamybos analizė ir tobulinimas“. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Kazimieras Juzėnas; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: gamybos inžinerija, technologijos mokslai.

Reikšminiai žodžiai: *gamyba, plastikas, pakuotė, strategija, plėtra.*

Kaunas, 2018. 48 p.

## **SANTRAUKA**

*Šiuolaikiškos įmonės tinkamos strategijos parengimas ir taikymas leidžia efektyviai išlaikyti rinkos dalį, kokybiškai patenkinti vartotojų poreikius ir gauti didesnę ekonominę naudą. Plastiko pakuočių gamybos proceso analizė ir tobulinimas buvo atliktas UAB „Plastara“ įmonėje.*

*Darbo tikslas – išanalizuoti gamybos procesą, galimus gamybos proceso patobulinimus ir pateikti alternatyvius pasiūlymus atnaujinimo projektui*

*Pirmoje darbo dalyje įvertinama gamybos plėtros strategijos svarba gamybos procesui ir jo tobulinimui.*

*Antroje darbo dalyje atlikta įmonės apžvalga, išnagrinėtas esamas gamybos procesas ir pateikti galimi atnaujinimo variantai.*

*Trečioje darbo dalyje įvertinti 5 L PET butelių gamybos proceso alternatyvūs pasiūlymai atsižvelgiant į atsiperkamumą, darbo našumą ir darbo sąlygų gerinimą.*

*Darbo pabaigoje pateikiamos rekomendacijos įmonei, bei darbo išvados.*

Greta Ilekytė. *Analysis and improvement of plastic packaging production*: Master's Final Project / supervisor assoc. prof. Kazimieras Juzėnas. The Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.

Research area and field: Production Engineering, Technological sciences.

Key words: *manufacturing, plastic, package, strategy, development.*

Kaunas, 2018. 48 p.

## SUMMARY

*The development and application of an appropriate strategy for a modern company allows it to efficiently maintain market share, qualitatively meet the needs of consumers and to obtain greater economic benefits. Plastic packaging production process analysis and improvement was carried out at JSC "Plastara".*

*The aim of the work is to analyze the production process, possible improvements in the production process, and to submit alternatives for the renewal project*

*The first part of the paper assesses the importance of the production development strategy for the production process and its improvement.*

*In the second part of the work, the company's review was carried out, existing production process was examined and possible upgrade options were provided.*

*In the third part of the work, offers for alternative production of 5 L PET bottles were evaluated taking into account payback, labor productivity and improving working conditions.*

*At the end of the work, recommendations for the company are presented, as well as the conclusions of the work.*



## ĮVADAS

Pastaruoju laikotarpiu verslo pasaulyje veikiančios įmonės susiduria su didele konkurencija, o tai skatina ieškoti naujų būdų išsilaikyti rinkoje. Šiuolaikiškos įmonės tinkamos strategijos parengimas ir taikymas, leidžia efektyviai išlaikyti rinkos dalį, kokybiškai patenkinti vartotojų poreikius ir gauti didesnę ekonominę naudą. Apibendrinant, tai suteikia galimybę, suderinant ir susiejant įvairius veiksnius į visumą, pasiekti geresnį bendrą veiklos rezultatą. Įmonės strategijos parengimas atveria didesnes galimybes analitiškiau matyti situaciją apie organizaciją ir jos aplinką, veiklos galimybes, perspektyvas, taip pat apsaugoti įmonės veiklą nuo išorinės aplinkos keliamų grėsmių.

Lietuvai ir visiems jos ūkio subjektams bandant įsitvirtinti vakarietiškoje socialinėje, politinėje, ekonominėje ir kultūrinėje sistemoje, privalu pertvarkyti beveik visas veiklos sritis, nes to neatlikus nėra galimybės konkuruoti naujomis sąlygomis. Dėl to, prieš galvojant apie naujas rinkas, naujus produktus ir kitus pokyčius reikalinga tvirtai apibrėžti veiklos situaciją, turimus ir trūkstamus resursus ir pan., šiam tikslui gamybinės įmonės sudaro gamybos plėtros strategiją [1].

Lietuvos įmonėms reikalinga rengti naujas savo veiklos strategijas, norint prisitaikyti prie globalios pasaulio rinkos keliamų reikalavimų, taip pat išvengti nuostolių dėl kintančios ekonominės padėties. Šių dienų ekonomikos sąlygomis, įmonės strategija tapo ypatingai aktuali siekiant numatyti verslo plėtros kryptis, produkcijos paklausą, taip pat norint išsilaikyti rinkoje ir gauti pelną. Strategiškas planavimas yra verslo stabilumo garantas. Įmonėms išgyventi konkurencinėje kovoje padeda aiški įmonės veiklos plėtros strategija. Geriau susipažinus su išorine įmonės aplinka, įvertinant savus trūkumus ir pranašumus, įmonė turi didesnes galimybes atlikti veiksmingus veiklos strategijos pakeitimus ir taip pat yra daug lankstesnė. Įmonė turinti iš anksto gerai apsvaistytas verslo strategijas, iškilus problemoms, geba tinkamu laiku priimti strateginius sprendimus, kurie leidžia sėkmingai prisitaikyti prie išorinių aplinkos pokyčių ir išvengti neigiamų pasekmių [2].

Tiriamąjį projekto objektą: Lietuvos ir užsienio rinkai plastiko gaminius gaminanti įmonė.

Darbo tikslas: išnagrinėti UAB „Plastara“ gamybą ir pateikti siūlymus gamybos tobulinimui.

Darbo uždaviniai:

1. Išanalizuoti gamybos plėtros strategijos principus;
2. Išnagrinėti esamą įmonės gamybos procesą;
3. Pateikti galimų gamybos patobulinimų pasiūlymus;
4. Apskaičiuoti pateiktų alternatyvių pasiūlymų atsiperkamumą.

## **1. Gamybos plėtros strategijos teorinių aspektų analizė**

Kaip konstatuoja inovacijų sistemos pertvarkos koncepcijos gaires paskelbusi Ūkio ministerija, nors mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros investicijoms skiriamas solidus finansavimas, tačiau Lietuvos inovatyvumo rodikliai ne gerėja. Pastaraisiais metais pagal pasaulinį inovacijų indeksą Lietuva yra viena labiausiai atsiliekančių Europoje valstybių, nedaranti pažangos. Taip yra dėl to, kad nėra sudarytu aiškių ir detalių gamybos pramonės plėtros strategijos planų, kurie leidžia racionaliai paskirstyti turimas lėšas [3].

### **1.1 Gamybos plėtros strategijos samprata**

Gamybinės įmonės strateginis planavimas yra vienas iš esminių faktorių padėsiančių įmonei ne tik nežlugti, bet ir efektyviai funkcionuoti dabartinėmis sąlygomis. Įmonės plėtros strategijos įdiegimas sukelia nemažai permainų, tokių kaip struktūros pokyčių, gerinama esamų padalinių elementų kokybė arba naujais elementais papildomi esami padaliniai. Tinkamai įgyvendinus pokyčius, atsirandančius dėl naujai kuriamos gamybos plėtros strategijos, įmonė išlieka konkurencinga [4].

Gamybos plėtros strategijos apibrėžimas neturi vieno bendro apibrėžimo, tačiau istorikas D. Chandleris (1962 m.) gamybos plėtros strategiją įvardino kaip įmonės pagrindinių ilgalaikių tikslų ir uždavinių suformulavimą, veiksmų ir išteklių reikalingų šiems tikslams įgyvendinti parinkimą ir paskirstymą. Taip pat pagal D. Chandlerį veiksmų eiliškumas tikslams, idėjoms pasiekti ir strategijos suformulavimas yra vieni iš esminių elementų kuriant gamybos plėtros strategiją.

Toks formalus strategijos formavimo procesas tiksliai apibrėžia įmonės planus raštu, analizuoja strategijų pranašumus, trūkumus ir kryptis. Siekiant tinkamai sudaryti ir įgyvendinti gamybos plėtros strategiją (toliau GPS) privaloma vadovautis formavimo, realizavimo ir kontrolės etapais. GPS tiesiogiai daro įtaką sklandiems gamybos procesams, taip pat ir infrastruktūrai. Į GPS parengimą įeina ir gamybinių procesų suderinimas, t. y., gamybos technologijos parinkimas, tikslų procesų tvarkaraščių sudarymas, atsargų kontrolės nustatymas ir tikslingos gamybos įvykdymas.

Sudarant GPS atsižvelgiama į keletą parametrų kaip gamybos apimtys, esamos gamybos lankstumo lygį, atsirandančius esamų charakteristikų neatitikimus tarp esamų ir reikalingų gaminių [5].

Norint įgyvendinti tikslus, iškeltus kuriant GPS, būtina pasitelkti gaminių žaliavų sąnaudų, gaminių ir gamybos kokybės, taip pat lankstumo veiksnių analizę. Gaminių kokybės nuokrypis nuo standartinių gamybos rodiklių, garantiniai funkcionavimo ištekliai ir procentinė dalis gaminių, kurie yra nekokybiški, rodo įmonės gamybos kokybę. Gamybos lankstumas įvertinamas pagal gaminių asortimento ir naujų įdiegiamų technologijų santykį. Būtina atkreipti dėmesį į procesų delsimų laikus,

sutrikimų rodiklius, kurie sukelia finansinius nuostolius.

Svarbu parengti gerą strategiją, tačiau ne ką mažiau svarbus yra jos realizavimas. Šiuo teiginiu, Bonoma (1985) požiūriu, strategijos kūrimas ir įgyvendinimas yra vienas nuo kito neatsiejami reiškiniai (1.1 pav.) [6].

		Strategijos formavimas	
		Geras	Blogas
Strategijos Realizavimas	Geras	„Sėkmė“	„Ruletė“
	Blogas	„Rūpesčiai“	„Nesėkmė“

1.1 pav. Strategijos formulavimo ir realizavimo ryšys (pagal Bonoma, 1985) [7].

Situacija „Ruletė“ taip vadinama todėl, kad geri praktiniai įgyvendinimo veiksmai kompensuoja GPS klaidas ir priešingai. Tai rodo, kad kokią veiklą vykdo, ne ką mažiau svarbu nei ką ketina įvykdyti. Iš to galima apibendrinti, kad nepradėjus praktiškai įgyvendinti strategijos planų, sudėtinga įvertinti GPS kokybę. Būtina kuriant strategiją atsižvelgti į galimus tikslų neatitikimus ir jų įgyvendinimo metu susidariusius nesklandumus, todėl reikia palikti galimybę planą tikslinti ar net keisti iš pagrindų.

Esant puikiai paruoštai GPS yra svarbu tinkamai parinkti atskirus veiksmų planus kiekvienam atskiram tikslui pasiekti, nes tai padeda nustatyti ne tik konkrečias reikalingas finansines išlaidas, tačiau ir apskaičiuoti laiko ribas [7].

## 1.2 Gamybos strategijos stadijos

Gamybos strategija skirstoma į trumpalaikę ir ilgalaikę. Ilgalaikės gamybos strategija pasižymi didelio dėmesio skyrimu gaminių kainai, greitu atsinaujinimu ir greita reakcija į aplinkos pokyčius.

Ilgalaikės strategijos stadijos:

1. Pirmosios stadijos „Kaina“ pasižyminčios įmonės požymiai:
  - Įmonės dėmesio centre gaminių kaina;
  - Dirba rinkose, kuriose gaminių kaina yra lemiamas veiksnys vartotojui pasirenkant

- prekę;
  - Gaminiai gaminami didelėmis serijomis arba dažnai kartojamos mažesnės serijos.
2. Antrosios stadijos „Kokybė“ pasižyminčios įmonės požymiai:
- Daugiausia dėmesio skiriama gaminių ir jų serviso kokybei;
  - Dirba rinkose, kur pirkėjai ieško ir pigių, ir kokybiškų prekių;
  - Sutelkiamas visų įmonės darbuotojų pastangos, panaudojamos jų galimybės, tuo pačiu jiems sudaromos geros darbo sąlygos.
3. Trečiosios stadijos „Lankstumas“ pasižyminčios įmonės požymiai:
- Intensyviai ir aktyviai reaguoja į rinkos pokyčius;
  - Gali greitai patenkinti kintančius poreikius;
  - Sugeba suprojektuoti ir pagaminti naujus gaminius greičiau ir efektyviau už savo varžovus.
  - Sugeba greitai keistis, įmonė pasižymi lankstumu ir imlumu naujovėms [8].

### **1.3 Pagrindiniai gamybos strategijos tikslai ir komponentai**

Gamybos strategijos misija yra idealus įmonės veiklos ateities paveikslas. Tai siekių įvardinimas, kuris išreiškia plėtros potencialą. Misija padeda įvardinti turimus išteklius, darbuotojų kompetenciją ir sugebėjimus, taip pat įvardina įmonės funkcionavimo tikslą, apibūdina jos išskirtinumą, pranašumą prieš konkurentus ir veiklos kryptis. Gamybos strategijos tikslai apibrėžia misijos bendrąsias nuostatas ir detaliau įvardijamus įsipareigojimus, kas ir kada turi būti atlikta, kad būtų įgyvendinta misija.

Įmonės turimos įrangos eksploatavimas, jos remontas, darbuotojų kvalifikacijos kėlimas, atlyginimų kėlimas ar kitų padalinių patikrinimas yra pagrindiniai faktoriai, kurie lemia gamybos plėtros planavimą ir kontrolę. Kuriant GPS svarbu ar nauja strategija teigiamai atsilieps darbo našumui, tam tikslui būtina gerinti įmonės valdymo sistemą ir struktūrą, taip pat atlikti esamo darbo našumo analizę. Nors šiais laikais vis labiau stengiamasi automatizuoti gamybos procesus, tačiau iki šiol vis dar didelę reikšmę turi rankinis darbas ir kurį svarbu atsižvelgti kuriant GPS.

Tačiau kiekviena įmonė susiduria ir su tam tikrais sunkumais, kurie atsiranda nagrinėjant pagrindinius gamybos strategijos komponentus. Diegiant naujas technologijas darbuotojus reikia apmokyti naudotis nauja įranga, o laiko tam dažniausiai skiriama labai mažai, taip pat reikalinga nuolat gerinti naujų technologijų eksploatavimą gamyboje [9].

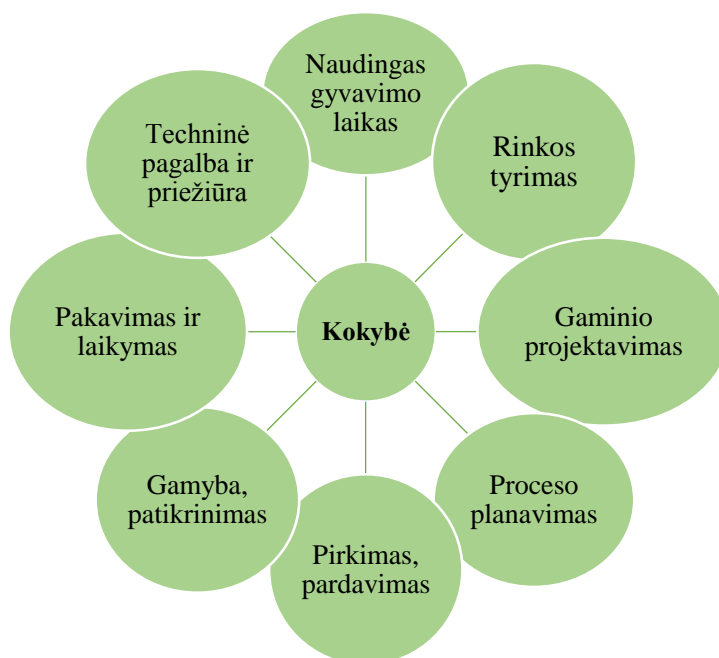
Siekiant užtvirtinti poziciją rinkoje, teikti aukščiausios kokybės gaminius ir klestėti reikalinga atsižvelgti į technologinę strategiją. Įmonės technologinis lygis parodo įmonės galimybes įdiegti naujas technologijas ar patobulinti jau esamas greičiau ir veiksmingiau nei tai daro

konkurentai. Technologinę strategiją galima taikyti tiesiogiai ieškant naujų gaminių, didinti gamybos našumą arba siekti pagerinti esamos gamybos situaciją sumažinant žaliavų poreikį, palengvinant darbuotojų rankinį darbą ar sumažinant gaišaties laiką. Strategiškai galvojant apie technologijas svarbu iškelti klausimą, kaip tam tikra nauja technologinė detalė įmonėje turės įtakos būsimai darbo kontrolei, darbo rezultatams. Tai apima pagrindinių techninių parametrų nustatymą ir stebėjimą, būtina atsižvelgti į produktų poreikį ir produktų vystymosi greičius, nes menkiausias technologinis atnaujinimas paliečia kiekvieną produkto gyvavimo ciklą [10].

#### 1.4 Kokybės siekimo strategijos aspektai

Įmonė, kurios tikslas patenkinti vartotojų poreikius, privalo siekti kokybės visais gaminio egzistavimo etapais. Jei atsiranda neatitikimas bent viename gamybos etape, nukenčia visa sistema arba bent jau dalis jos. Kas yra kokybė negalima vienareikšmiškai atsakyti. Pagal Isikova (1950 m.), kokybė yra savybė, realiai patenkinti vartotojų poreikius, o tarptautinis standartas ISO 9000 kokybę apibrėžia kaip visumą produkcijos savybių ir charakteristikų, kurios užtikrina galimybę patenkinti nustatytus arba numatomus poreikius. Pasirenkant kokybės užtikrinimo modelį įvertinami gaminio projektavimo sunkumai, gamybos proceso sudėtingumas, gaminių charakteristikos, darbo sauga ir ekonominiai veiksniai (1.2 pav.) [11].

Specifiniams nuokrypiams nustatyti, korekciniais veiksmais atlikti naudojama statistinė proceso kontrolė. Statistiškai kontroliuojamas procesas yra toks, kuriame nukrypimai atsiranda dėl įprastinių priežasčių, jos nėra netikėtos. Nustatant statistinės kontrolės būseną pasiruošimo stadijoje pasirenkami nukrypimai, kurie bus fiksuojami, tuomet surenkami duomenys, nustatomos bandymų kontrolinės ribos, o tuomet atliekama analizė [12].



1.2 pav. Svarbiausios veiklos rūšys, turinčios įtakos kokybei [12].

## **1.5 Inovacijų diegimo strategijos ypatumai**

Sąvokos inovacija apibrėžimų mokslinėje literatūroje labai daug, įvairūs autoriai šią sąvoką įvardina skirtingai. O'Sullivan (O'Sullivan, Dooley, 2001) inovaciją apibūdina kaip procesą siekiant pokyčių ir naujos pridėtinės vertės vartotojams. Inovaciniai ir technologiniai pokyčiai skatina darbuotojų kūrybiškumą, novatoriškumą ir taip sukuriama jų pačių didesnė pridėtinė vertė. Inovacijų praktinis realizavimas atneša įmonei daugiau ar mažiau realią ekonominę naudą, sustiprina firmos poziciją rinkoje, gerina produkcijos kokybės ir kainos santykį.

Esant įmonėje poreikiui pralenkti konkurentus, įmonė privalo investuoti lėšas inovacijoms įdiegti. Prieš investuojant reikia įvertinti rizikos laipsnį. Matematinė prasme rizikos laipsnis yra tikimybės ir pasekmės sandauga. Rizika investuoti į inovacijas yra tikimybė, kad inovacija nepasitvirtins ir to pasekmių funkcija, tačiau inovacijos teikia įmonei ne tik finansinę naudą, o taip pat ir socialinę, aplinkosaugos. Svarbu atsižvelgti į inovacijos tinkamumą, aktualumą, efektyvumą ir ekonominį pagrįstumą [13].

Inovacijos įdiegimas įmonėje yra racionalus sprendimas, kuriuo siekiama konkrečių tikslų: padidinti rinkos dalį, sumažinti gamybos išlaidas, pagerinti gaminių kokybę, išplėsti gaminių asortimentą, padidinti gamybos lankstumą, gerinti darbo sąlygas ir sumažinti žalą aplinkai. Inovacijos proceso pradžia yra noras sukurti kažką naujo ar pakeisti tai kas jau paseno, todėl svarbu diegiant inovaciją pilnai išnaudoti turimus resursus. Kad pasiekti teigiamo rezultato įsidieigus inovaciją, privalu apsirūpinti reikiamais ištekliais, turėti stiprią paramą, gauti išorės įvertinimą, konsultacijas, darbuotojų bendradarbiavimą ir gerus ryšius su galutiniu vartotoju [14].

## **1.6 Aplinkos apsaugos strategijos svarba**

Aplinkos apsauga pastaruoju metu tampa vis svarbesnė daugelyje šalių, nes gamybinės įmonės vienareikšmiškai savo atliekama veikla mažiau ar daugiau teršia aplinką. Įmonės norėdamos atitikti vartotojų ir aplinkos apsaugos teisės aktų reikalavimus privalo skirti nemažai dėmesio aplinkos apsaugai. Investuojant į švaresnę gamybą, sumažinamas gamybos metu susidariusių teršalų kiekis ir sumažėja resursų sąnaudos.

Plastikas pasižymi universalumu ir ilgaamžiškumu. Šie požymiai kelia specifinių sunkumų tvarkant plastiko atliekas, tačiau teikia ir naujų galimybių. Plastiko atliekų augimą skatina ne tik didėjantys vartotojų poreikiai. Europos Komisijos duomenimis, kasmet plastiko gamyba pasauliniu mastu tendencingai auga. Praėjusiais metais visų plastiko gaminių svoris siekė beveik 350 milijonų tonų – vien Europos Sąjungos (ES) šalims tenka apie 15 proc. gamybos rinkos. Ši, šimtmečiais yrant medžiaga, naudojama statyboms, elektroniniams prietaisams, agrokultūrai ir automobilių pramonėje,

tačiau didžiausia dalis, net 40 proc. – pakuočių gamyboje. Augant BVP plastiko gaminama daugiau; atitinkamai nuo 2008 iki 2015 m. bendras plastiko atliekų kiekis išaugo 5,7 mln. tonomis (23 %). Labiausiai tokį kiekio augimą skatina 24 % išaugęs pakavimo sektorius ir be protrūkių stiprėjanti plastiko atliekų kiekio augimo Europoje tendencija. Jei nebus imtasi gerinti gaminių dizaino ir atliekų tvarkymo priemonių ir jei gamybos mastai augs, plastiko atliekų ES tik gausės [15].

Gamybinės įmonės rengdamos GPS turi atsižvelgti į aplinkos apsaugą, nes tai gerina tiek produkto kokybę, tiek vartotojų požiūrį į įmonę. Verta imtis priemonių ne padariniams šalinti, o stengtis užkirsti kelią galimai aplinkos taršai. Jei gamybinė įmonė tiesiogiai naudoja gamtos išteklius privalu laikytis atitinkamai reglamentuotų normų, stengtis ne tik kuo mažiau į aplinką išmesti teršalų, bet ir prisidėti prie aplinkos gerinimo, vykdyti gamybos veiklą teisingai nekenkiant klimatui ir neskatinant jo pokyčių. GPS turi numatyti, kad nuolatos būtų stebimas gamybos procesas ir kontroliuojami susidarę atliekų kiekiai, garso lygis, vibracija ir pan. [16].

## **2. Gamybos proceso tyrimas pramonės įmonėje**

Šiame darbo skyriuje išnagrinėta esama UAB „Plastara“ gamybos plėtros strategija, sutelktas dėmesys į patobulinimų svarbą gamybos našumui, kokybei, darbuotojų darbo sąlygų gerinimui ir aplinkos taršos mažinimui.

### **2.1 Esamos gamybos plėtros galimybių analizė**

Esamos gamybos plėtros analizė yra detalus tyrimo planas, kuris apibrėžia uždavinius, tikslus, taip pat nurodo veiksmų seką tikslams pasiekti, išteklių parinkimus, laiko paskirstymą. Gamybos plėtros analizė įvertina aplinką, kurioje ieškomi galimi pokyčiai, apibrėžia jos privalumus, trūkumus, galimybes. Norint pasiekti didžiausio rezultato sudarant gamybos plėtros analizę privalu išstudijuoti esamą literatūrą, konsultuotis su specialistais, kad būtų sudaroma nuomonė ir įžvalgos iš šalies, skirti laiko esamos gamybos stebėjimui. Surinkta informacija apdorojama ir sistemingai aprašomi kokybiniai ir kiekybiniai veiksniai [17].

P. Zakarevičius (1999 m.) yra išskyręs strategijos lygius, kurie suskirstyti į korporacinę, biznio vieneto ir funkcijų strategijas. Gamybinės įmonės dažniausiai pasikliauja funkcijų strategija, kuri susitelkia į įmonėje vykstančius funkcinius procesus tokius kaip gamyba, esamos technologijos ir pan [17]. Norint nustatyti įmonės stipriąsias ir silpnąsias puses atliekama aplinkos ir išteklių analizė, kuri pateikiama SSGG (ang. SWOT) analizės metodu. „Analizės pavadinimo santrumpa sudaryta iš lietuvių (anglų) kalbos žodžių: stiprybės (strengths), silpnybės (weaknesses), galimybės (opportunities), grėsmės (threats)“ . Atlikus PET butelių gamybos įmonės SSGG analizę, kurios

rezultatai pateikti 2.1 lentelėje, galima įvertinti galimybes, perspektyvas ir išvelgti esamus trūkumus, kuriuos reikia pašalinti [18].

UAB „Plastara“ PET butelių gamybos SSGG analizės rezultatai:

**Stiprybės:** *greitas sprendimų priėmimas* – užsakymų paskirstymas pagal įrangos apkrovimą, t. y. jei gauti užsakymai reikalauja tų pačių mašinų, tokiu atveju pagal esamas galimybes gamybos technologas suskirsto gamybą eilės tvarka pagal pristatymo terminą.

*Patirtis* – per įmonės 21 metų gyvavimą sukaupia patirtis gamyboje užtikrina kokybišką, sklandų užsakymų įgyvendinimą. Ši patirtis leidžia būti užtikrintam dėl tiekėjų, kad žaliavos visada bus laiku ir kokybiškos, nuolatiniai klientai jaučiasi saugūs įsigydami produkciją iš gamintojo turinčio tvirtą patirtį.

*Platus gaminių spektras* – suteikia galimybę išlaikyti ne tik nuolatinius klientus, kurie laikui einant pageidauja naujų formų ar savybių PET pakuočių, tačiau tai leidžia pritraukti naujų klientų. Platų gaminių spektrą įmonėje sukuria galimybė greitai keisti butelių formas ir ruošinius. Svarbu tai, kad ruošiniai ir formos buteliams gaminamos dukterinėje įmonėje.

*Plastiko likučių perdirbimas* – įmonė yra penkių įmonių grupės narė, kurios viena iš jų 2014 m. iš LR Aplinkos ministerijos gavo leidimą, suteikiantį teisę organizuoti plastikinės pakuotės tvarkymą. Tai palengvina įmonės gamybos metu atsirandančių plastiko likučių perdirbimą.

2.1 lentelė. PET butelių gamybos įmonės SSGG analizė

Stiprybės	Silpnybės
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Greitas sprendimų priėmimas</li> <li>2. Patirtis</li> <li>3. Platus gaminių spektras</li> <li>4. Plastiko likučių perdirbimas</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Logistika</li> <li>2. Didelė rankinio darbo dalis</li> </ol>
Galimybės	Grėsmės
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Logistikos tobulinimas</li> <li>2. Rankinio darbo mažinimas</li> <li>3. Naujų rinkų paieška</li> <li>4. Gaminių įvairovės didinimas</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Užsienio konkurentai</li> <li>2. Augančios žaliavų kainos</li> <li>3. ES paramos nutraukimas</li> </ol>



**Silpnybės:** *logistika* – įmonė turi 4 savo krovininius vilkikus, esant transporto stygiui užsakymai sudaromi naudojant užsakovo transportą, o tai ne retai kelia rūpesčių. Eksporto atveju turimų krovininių vilkikų skaičius nulemia gaišatį ir užsakymai gali vėluoti.

*Didelė rankinio darbo dalis* – didžioji dalis įmonės turimos įrangos yra dalinai automatizuoti, kiekviena gamybinė mašina reikalauja didelio operatoriaus indėlio, esant tokiai situacijai didėja kokybės nuokrypis, atsiranda nelaimingų atsitikimų galimybė, vykdant gamybą serijomis darbuotojai patiria nuovargį, nes tai monotoniško pobūdžio darbas.

**Galimybės:** *logistikos tobulinimas* – naujų krovininių vilkikų įsigijimas sumažintų gaišatį, padidintų eksporto galimybes.

*Rankinio darbo mažinimas* – įsigyjant pilnai automatizuotas PET butelių pūtimo mašinas, būtų sumažinamas darbuotojų skaičius, nes vienas darbuotojas galėtų prižiūrėti keletą įrenginių ir daugiau laiko skirti produkcijos kokybei užtikrinti. Sumažėtų nekokybiškų gaminių, tenkančių vartotojui, taip būtų išvengiamas aplinkos užteršimas plastikinėmis šiukšlėmis.

*Naujų rinkų paieška* – diegiant automatizuotus įrenginius atsiranda galimybė padidinti darbo našumą, tai leidžia sutrumpinti gaminio gamybos ciklą, per tą patį laiką galima įgyvendinti daugiau užsakymų. Universalesni automatizuoti įrenginiai padidina gaminių nomenklatūrą.

*Gaminių įvairovės didinimas* – tobulinant esamos gamybos procesą galimi pokyčiai iššaukia naujų gaminių atsiradimą. Naujo gaminio atsiradimas didina konkurencingumą, padeda išlaikyti arba padidinti rinkos dalį.

**Grėsmės:** *užsienio konkurentai* – daugėjant užsienio konkurentų produkcijos, dalis rinkos atitenka jiems, taip prarandami užsakymai, mažėja gamybos poreikis.

*Augančios žaliavų kainos* – padidėjus žaliavų kainoms didėtų pačio gaminio kaina, ko pasekoje gali atsirasti tikimybė, kad užsakovas ras kitą tiekėją siūlantį geresnę alternatyvą.

*ES paramos nutraukimas* – įmonė dažnai dalyvauja ES konkursuose ir naudoja ES fondų paramą, kuri leidžia didinti įmonės produktyvumą, išlikti konkurencingais ir plėsti gaminamų produktų bei teikiamų paslaugų pardavimo rinkas. ES parama kitą finansavimo laikotarpį gali mažėti.

## **2.2 Plastikai naudojami butelių gamyboje**

Žaliavos, naudojamos gaminant butelių ruošinius yra PET, HDPE, LDPE ir PP. PET yra polimeras susidedantis iš dviejų monomerų, vadinamų modifikuotu etilenglikoliu ir išgryninta tereftalio rūgštimi. PET – bespalvė, tvirta, medžiaga, turinti geras dujų ir drėgmės barjerines savybes. Ši medžiaga yra plačiai naudojama gaiviųjų gėrimų, mineralinio vandens buteliams ir įvairioms kitoms vartojimo prekių talpoms gaminti. Perdirbtos PET granulės naudojamos sintetinio

pluošto, geotekstilės gamyboje. PET pasižymi švairiu ir optiškai lygiu paviršiumi, turi puikias deguonies, vandens ir anglies dioksido apsaugines savybes, taip pat greitai įkaista ir gerai formuojasi.

HDPE sudarytas iš ilgų mažai šakotų molekulių, kurios suglunda labai tankiai, tarp jų susidaro tarpmolekulinės traukos ryšiai. HDPE pakuotės paprastai yra permatomos, turi geras apsaugines savybes ir standumą, puikiai tinka produktams, kurių trumpas galiojimo laikas, pavyzdžiui kaip pienas. Kadangi HDPE turi gerą cheminį atsparumą, jis naudojamas buitinių ir pramoninių cheminių medžiagų pakavimui, tokių kaip plovikliai. HDPE pasižymi puikiu atsparumu daugumai tirpiklių, didesniu atsparumu tempimui lyginant su kitų rūšių polietilenuis, taip pat yra gana kieta medžiaga, pasižymintis terminėmis savybėmis.

LDPE sudarytas iš labai šakotų makromolekulių. Dėl savo sudėtingos struktūros jos nesuglunda tarpusavyje, dėl to tarp molekulinės traukos jėgos yra sąlyginai mažos. Toks polietilenas yra tšsus ir minkštas. LDPE puikiai tinka visoms ekstruzijos bei liejimo technologijoms ir atitinka maisto ir farmacijos standartus. LDPE pasižymi mažesniu atsparumu tempimui ir didesniu tšsumu.

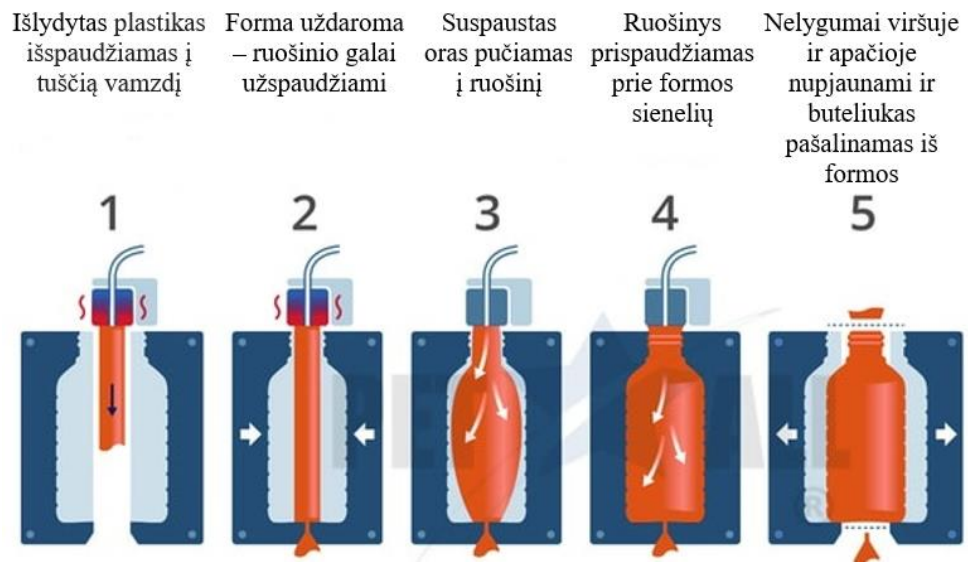
PP chemiškai atspari medžiaga, standus konstrukcinis plastikas, pasižymintis geromis dielektrinėmis savybėmis. Lyginant su kitomis plastikų rūšimis yra vienas lengviausių. PP pasižymi atsparumu rŕgštims, šarmams ir korozijai, negeria drėgmės, lengvai virinamas. Nekenksmingas, higieniškas, galima naudoti kontakte su maisto produktais ir geriamu vandeniu. PP plačiausiai naudojamas vandens nuotekų valymo įrenginių, įvairių talpų, baseinų, lauko kubilų, vandens čiuožyklų, cheminių talpyklų, elektrolizės vonių, ventiliacinių sistemų, skydų, pertvarų, lentynų gamybai. Priklausomai nuo PP rūšies gaminami medicininių instrumentų stoveliai, prekybos įranga, ortopediniai ir kiti gaminiai [19].

Plastikinių butelių gamybai pasaulyje daugiausia yra naudojamas PET, kuris pasižymi cheminiu atsparumu, lengvumu, paprastu apdirbimu, kuris leidžia butelius gaminti dideliu greičiu. Nagrinėjamoje įmonėje „Plastara“ taip pat daugiausia butelių gaminama iš PET granulių ar ruošinių, kuriuos gamina dukterinė įmonė, o tai palengvina gamybos procesą. Todėl kituose darbo skyriuose detaliau nagrinėjami PET butelių gamyba ir pateikiami galimų patobulinimų pasiūlymai [20].

### **2.3 Plastikinių butelių gamybos technologija**

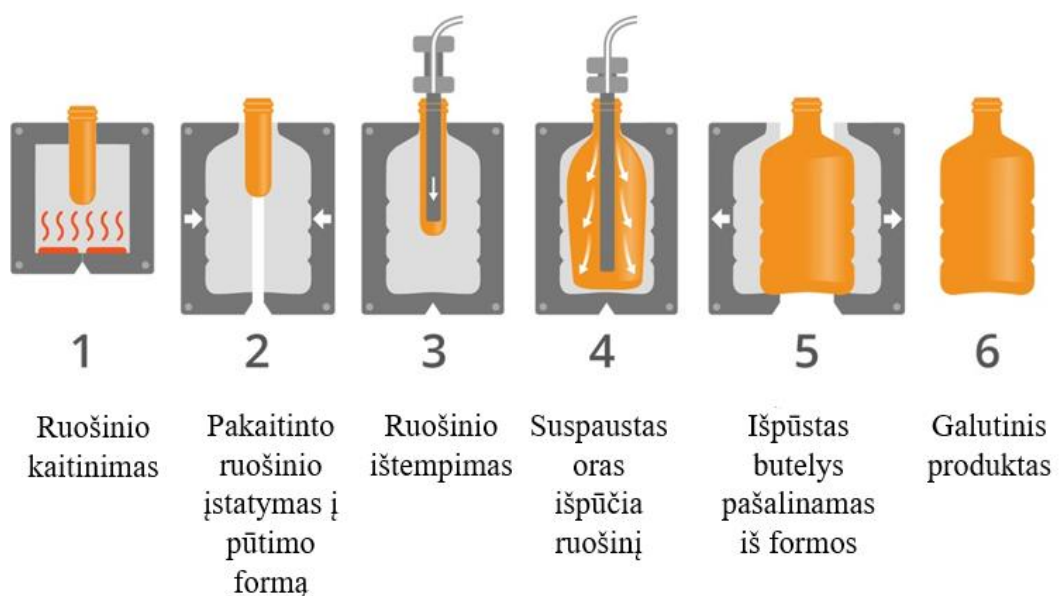
Plastikiniai buteliai gaminami naudojant keletą skirtingų būdų. Vienas iš jų yra ekstruzinis formavimas, kurio metu toje pačioje mašinoje, palaikant nuolatinę temperatūrą suformuojamas ir išpučiamas ruošinys (2.1 pav.). Plastiko granulės ekstruderyje išlydomos ir stumiamos į cilindro formą. Kai ruošinys pasiekia reikiamą ilgį, formos sienos užsidaro susiglausdamos ir nukerta viršutinį ir apatinį plastiko ruošinio cilindrą. Ruošinys išpučiamas pro viršutinę formos angą. Pūtimo metu formos sienos yra aušinamos vandeniu. Ekstruzinio formavimo technologija naudojama tuščiavidurių

gaminų, tokių kaip buteliai gamyboje. Ši technologija taip pat lengvai pritaikoma ir kitų daiktų gamyboje, nuo vaikiškų žaislų iki inžinerijos elementų [21].



2.1 pav. Butelio formavimas ekstruziniu būdu [20]

Kitas galimas būdas yra iš anksto paruoštų ruošinių pūtimas (2.2 pav.). Šio metodo metu ruošinių gamyba ir ruošinio išpūtimas vykdomas skirtingose mašinose esant papildomam ruošinio pakaitinimui. Vienas iš pagrindinių PET pūtimo privalumų yra galimybė ištempti PET ruošinį tiek horizontalia tiek vertikalia kryptimi. PET ruošinys kaitinamas infraraudonosiomis lempomis ir dedamas į pūtimo formą, kurioje vyksta gaminio formavimas, kurio metu ruošinys ištempiamas strypu ir išpučiamas, suformuotas gaminys atvėsinaamas ir išimamas iš formos. Butelių formavimui pučiant dažniausiai naudojamas PET ir PS [22].



2.2 pav. Butelių formavimas pučiant [23]

Įmonėje 30 proc. visos plastikinių butelių gamybos sudaro gamyba ekstruziniu būdu, likusius 70 proc. sudaro butelių formavimas pučiant. Įmonėje naudojami trys įrenginiai butelių gamybai iš kurių du yra pilnai automatiniai gaminantys butelius ekstruziniu ir formavimu pučiant, trečiasis yra dalinai automatinis, kuriame didelę dalį gamybos sudaro rankinis operatoriaus darbas. Todėl tolimesniuose skyriuose nagrinėjama PET butelių gamybos linija, kuri nėra pilnai automatizuota siekiant sumažinti rankinio, monotoniško darbo dalį.

## **2.4 Įmonės apžvalga**





Didėjanti konkurencija gamybos įmones verčia konkuruoti tarpusavyje ne tik dėl kainos ir kokybės santykio, bet ir dėl trumpesnio gaminio pagaminimo termino. Technologiniams įrenginiams tobulėjant ir kintant, didėja rinkos galimybės. Šiame darbo skyriuje analizuojamos įmonės gamybos plėtros galimybės, kurios leistų padidinti įmonės pajamas, gamybinius pajėgumus, mažintų aplinkos taršą ir padėtų tvirčiau įsitvirtinti rinkoje.

UAB „Plasteksus“ vienas didžiausių plastikinės (PET, HDPE, LDPE, PP, PE) pakuotės projektuotojų ir gamintojų Baltijos šalyse, gamina platų standžių ir lanksčių plastiko pakuočių asortimentą maisto, gėrimų, asmens higienos, buitinės chemijos bei chemijos pramonei (2.2 lentelė). Taip pat padeda ir konsultuoja pakuotės dizaino kūrimo, projektavimo, techninių parametru parinkimo etapuose.

Įdiegusi pažangias technologijas ir pasitelkusi LEAN filosofiją UAB "Plasteksus" klientams teikia aukštos kokybės produkciją, vykdo tinkamą klientų užsakymų atlikimą. To rezultatas sėkmingas, partnerystės principu grindžiamas ilgalaikis bendradarbiavimas, tačiau norint išlaikyti arba gerinti esamą situaciją privalu ieškoti alternatyvių galimybiu gamybos proceso tobulinimui.

Įmonė priklauso trečiai ilgalaikės strategijos stadijai, nes daug dėmesio skiria rinkos pokyčių analizei, kiekvienais metais dalyvauja parodose, naujienu pristatymuose, gilinasi į esamą plastiko pakuočių rinką. Priima tiek individualius, tiek didesnės apimties užsakymus. Klientams yra siūloma paslauga nuo produkto projektavimo iki pristatymo, tai rodo įmonės gebėjimą greitai realizuoti kliento idėjas. Įmonė yra visuomet pasiruošusi naujų gaminių gamybai, turinti kvalifikuotus darbuotojus projektavimo darbams ir galinti greitai pritaikyti turimas gamybos technologijas naujiems produktams.

2.2 lentelė. UAB „Plasteksus“ įmonių grupė

Įmonės logotipas	Įmonės įkūrimo metai	Įmonės veikla
	1996 m.	PET butelių, plastikinių dėžių, kamštelių, rankenėlių, termo susitraukiančios plėvelės bei PE maišų gamyba.
	2008 m.	UAB „Ajeras“ - PE ir PP butelių ir bakelių gamyba.
	2005 m.	UAB „Premeta“ - formų projektavimas, gamyba, servisas.
	2011 m.	UAB „Meksas“ - plastikinių detalių statybos pramonei gamyba, plastikinių pakabų gamyba, antrinės žaliavos supirkimas ir perdirbimas.

Esami gamintojai Lietuvoje, kurie užsiima panašia veikla kaip įmonių grupė Plasteksus yra Baltvita, Gerovė, Komex, Lietpak ir kt. Naujų gamintojų pasirodymo galimybės nemažos, kadangi vis sparčiau vystantis gamybos technologijoms atsiranda ne tik daugiau galimybių, bet ir naujų idėjų naujiems produktams. „Plastekus“ nesiveržia į didžiąją konkurenciją su, pavyzdžiui, gėrimų pramonės taros gamintojais. Jos klientai „Vesiga“, „Biok“, „Lesta“, „Valdorfo padažai“ ir kitos įmonės. Kol kas „Plasteksus“ eksportuoja apie 15% savo gaminių, daugiausia į kaimynines šalis. Atsargiai vertina eksportą, tiksliau logistikos sąnaudas. Patraukliausias ir pelningiausias įmonei plastiko gaminių eksportas 300–500 km spinduliu. Atidžiai stebi importą ir į Lietuvą prekes įvežančioms įmonėms siūlo mūsų rinkai pritaikytą tarą.

Pagrindiniai Plasteksus konkurentai yra UAB „Formatekas“ ir UAB „Tereka“. UAB „Plasteksus“ įmonės skaičiavimais, įmonė užima apie 38 proc. šalies plastikų rinkos. Užsienio rinkose UAB „Plasteksus“ įmonė konkuruoja su tenykščiais gamintojais, kurių didžiausias ir beveik viską lemiantis veiksnys yra mažesnės transportavimo ir gaišaties išlaidos, tačiau įmonė geba konkuruoti, siūlydama aukštos kokybės gaminius, bei galimybę įgyvendinti įvairias pakuotės dizaino idėjas.

Pagrindiniai Lietuvos pirkėjai yra įvairios maisto pramonės įmonės, trąšų ar chemijos pramonės įmonės, kurios UAB „Plasteksus“ gaminius naudoja savo produkcijai pilstyti, laikyti, sandėliuoti ir kitaip talpinti. Pagrindinis Lietuvos plastiko pramonės gaminių pirkėjų segmentą

sudaro maisto ir chemijos pramonės įmonės, kurios naudoja šiuos produktus pakavimui.

Potencialūs konkurentai yra ilgametės įmonės, kurios yra stipriai įsitvirtinusios rinkoje, turinčios savo klientus, mažesnės ir naujai įsikuriančios įmonės didelės grėsmės nesudaro, kadangi didžioji dalis pirkėjų linkę pasitikėti ilgamete patirtimi ir gerai žinomais, patikimais įmonių produktais. Kiekviena įmonė vykdo verslą, norėdama sukurti suinteresuotoms šalims vertę. Norint, kad įmonė būtų rinkoje pranašesnė už kitas įmones, viena iš pagrindinių priemonių yra įmonės strategija.

Kadangi įmonėje gaminamas platus spektras plastikinių pakuočių su skirtingais užsakymų dydžiais ir poreikio dažnumu, tad analizei pasirinktas 5 L talpos PET gėrimų ar maisto laikymui skirtas butelis, nes tai ilgalaikis užsakymas, kurio dydis 16 tūkst. vnt. per mėnesį, užsakymą įgyvendina vienas darbuotojas neautomatizuotoje linijoje, kurio darbas fiziškai sunkus, patiriama nuolatinė monotonija ko pasekoje atsiranda gamybos neatitikimų, gaišačių. Pilnai arba dalinai automatizavus liniją galima padidinti darbo našumą, sumažinti aplinkos taršą ir darbo monotoniją.

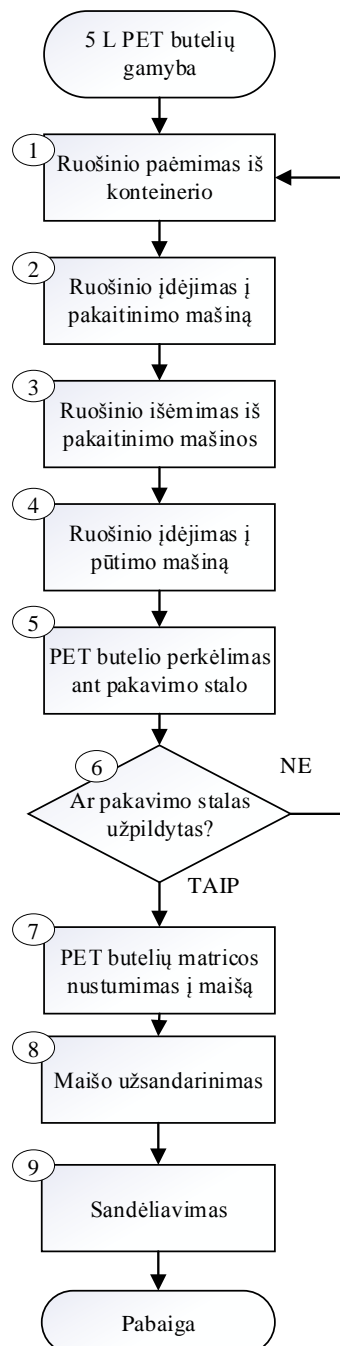
#### **2.4.1 Gaminio aprašymas**

Įmonės UAB “Plasteksus” gaminių asortimentą sudaro buteliai ir bakeliai, kamšteliai ir dangteliai, plastikinės rankenėlės, pompos ir purkštuvai, plastikinės dėžės ir PP plėvelės. Standartinių butelių ir bakelių užsakymui galima rinktis žaliavą, tūrį, pakuojamo produkto tipą ir kakliuko standartą. Kamšteliai ir dangteliai skirstomi pagal pakuojamo produkto tipą ir kakliuko sriegį.

Pasirinktas gaminys yra 5 L talpos PET butelis skirtas sąlyčiui su maistu ar gėrimais, kakliuko sriegis 48/41 mm (2.3 pav.). Vienam 5 L PET buteliui pagaminti sunaudojamas vienas PET ruošinys, kurio kaina 0,04 Eur. Šiuo metu įmonėje PET ruošiniai sandėlininko transportuojami iš sandėlio į gamybinę patalpą ir suberiami į žemą bunkerį. PET butelio pūtimo vieta susideda iš bunkerio ruošiniams laikyti, PET ruošinių pakaitinimo infraraudonaisiais spinduliais ir PET pūtimo mašinų. Tarpinė viso proceso dalis yra operatorius, kuris ruošinį perkelia iš bunkerio į pakaitinimą, o iš jo į pūtimo mašiną. Išpūstą PET butelį perkelia ant pakavimo stalo (2.4 pav.).



2.3 pav. Pasirinktas gaminys [24]



2.4 pav. Esamos 5 L PET butelių gamybos operatoriaus veiksmų sekos schema

Proceso detaliam laiko aprašymui sudaryti buvo išmatuoti darbuotojo operacijų darbo laikai, kuris pučia 5 L PET butelius. Darbuotojas buvo stebimas visą darbo dieną t. y., 7 val. ir 20 min ir fiksuojami atliktų judesių laikai. Pateikiami atliktų veiksmų laikai sekundėmis pagaminant 48 vnt. butelių matricą (2.5 pav.). Pagal surinktų duomenų vidurkius buvo apibrėžti atliekamo proceso veiksmų laikai.

Proceso aprašymas laiku:

1. Ruošinio perkėlimas iš bunkerio į pakaitinimo mašiną – 3 s.
2. Ruošinių kaitinimas – 15 s.
3. Ruošinio perkėlimas iš pakaitinimo mašinos į pūtimo mašiną – 10 s.
4. Ruošinio pūtimas – 11 s.
5. Išpūsto butelio perkėlimas ant pakavimo stalo – 7 s.
6. Pilnai užpildyto stalo buteliais nustūmimas į pakavimo maišą – 21 s.

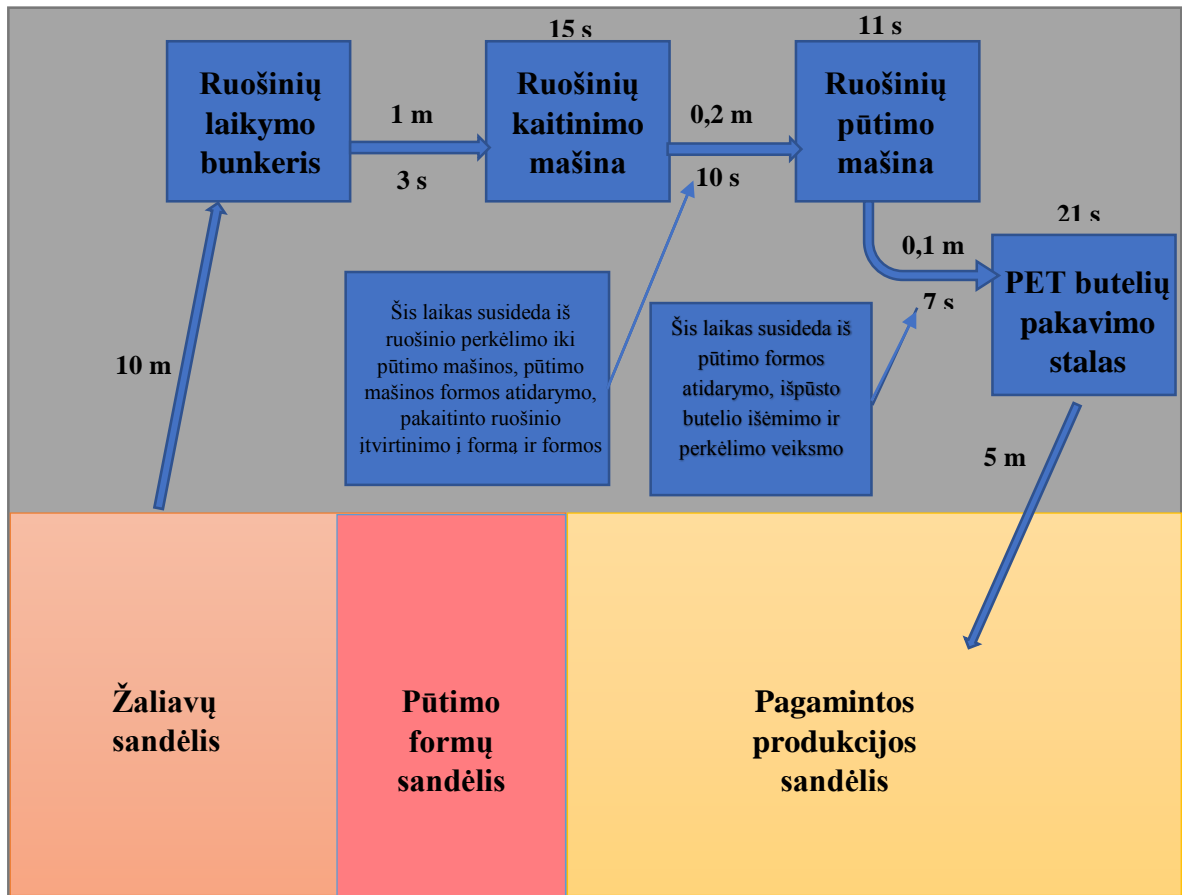
Bendras proceso laikas idealiomis sąlygomis 31 s vienam 5 L PET buteliui pagaminti. Buteliai pakuojami į maišus, kuriuose telpa 48 vnt. butelių. Darbuotojo darbo diena yra 8 darbo valandos iš kurių pagal LR socialinės apsaugos ir darbo ministerijos įsakymus, tokio darbo pobūdžio darbininkas, turi ne dažnas vidutinio dydžio papildomas pertraukas, t. y., kas 2 val. po 10 min [25], tad suminis darbo laikas yra 7 val. ir 20 min, per šį laiką idealiomis sąlygomis galima pagaminti 17 maišų po 48 vnt. butelių. Per 21 darbo dienų, vienas darbuotojas galėtų pagaminti 17 136 vnt. PET butelių, nors užsakymas yra 16 000 vnt./mėn., tačiau reikia įvertinti žmogiškąjį faktorių. Per pirmas tris ar keturias darbo valandas darbuotojas įgyvendina įvykdymo planą, tačiau vėliau atsiranda gaišatis dėl nuovargio, sulėtėja tempas. Skirtumas, tarp užsakymo dydžio ir pagaminimo, yra 1 136 vnt. butelių, kuris atsiranda dėl kokybės neatitikimų esant žmogiškajam faktoriui gamyboje ir dėl pavienių nekokybiškų ruošinių.

Ruošinio pakaitinimas 105 °C temperatūroje trunka 15 s pakaitinimo mašinoje, kuri talpina vienu metu 12 vnt. ruošinių. Vieno PET ruošinio išpūtimo metu darbuotojas geba į pakaitinimo mašiną įstatyti tris ruošinius, kurie vienu metu yra kaitinami ir paduodami jau sekančiam pūtimo procesui.



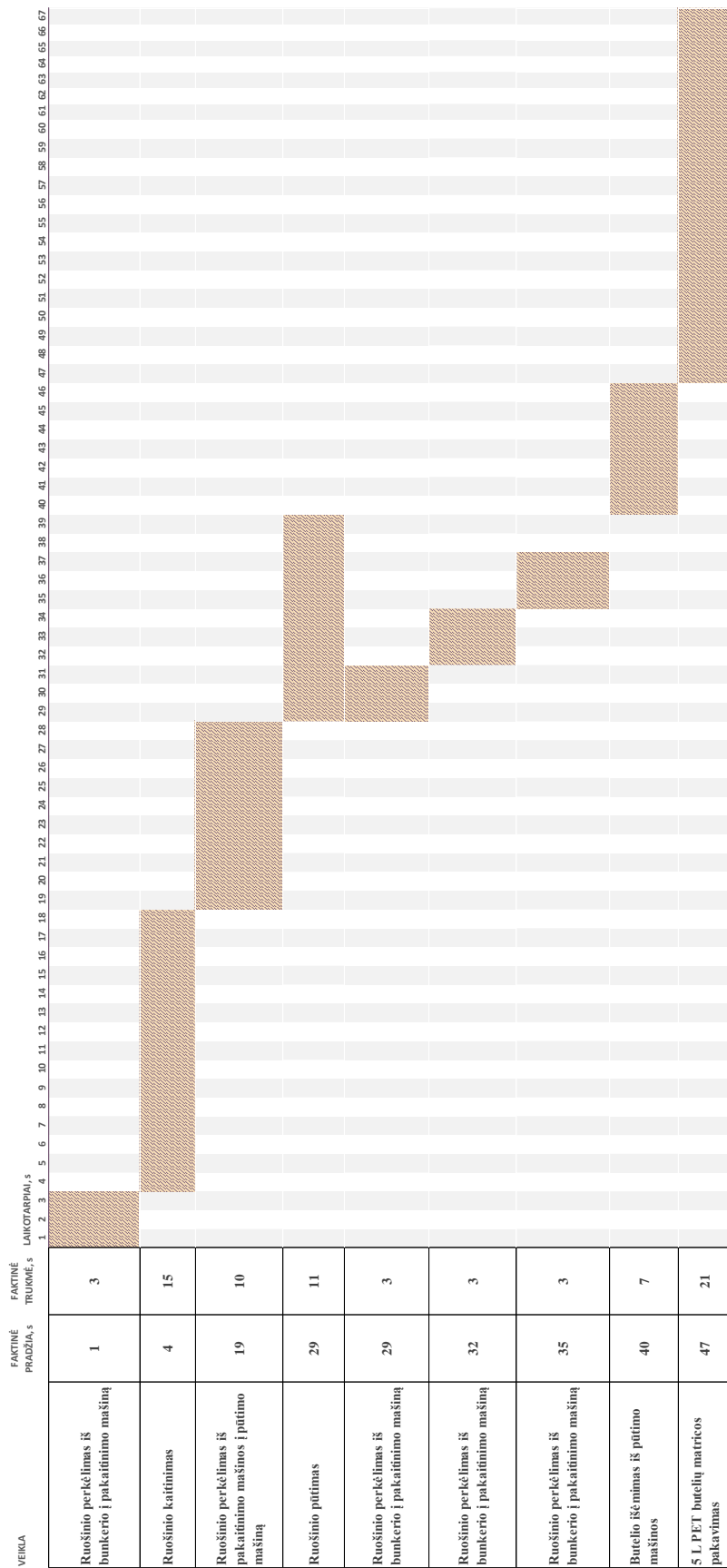
Butelio eilės nr.	Ruošinio paėmimas, s	Pasisukimas iki kaitinimo mašinos, s	Ruošinio įtvirtinimas kaitinimui, s	Ruošinio išėmimas iš kaitinimo, s	Pūtimo mašinos atidarymas, s	Ruošinio įtvirtinimas į pūtimo formą, s	Ruošinio pūtimas, s	Pūtimo formos atidarymas, s	Išpūsto butelio išėmimas, s	Butelio nunešimas iki pakavimo stalo, s	Butelio padėjimas ant pakavimo stalo, s	Nuėjimas iki ruošinių bunkerio, s	Vidurkiai, s
1	1	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	31
2	1	1	1	3	4	3	11	2	2	1	1	1	31
3	2	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	32
4	2	2	1	4	4	3	11	2	2	1	2	1	35
5	1	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	31
6	1	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	31
7	1	2	1	4	3	2	11	2	1	3	1	2	33
8	1	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	31
9	1	2	1	3	4	4	11	2	2	1	1	1	33
10	3	2	1	4	3	3	11	2	1	2	2	2	36
11	1	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	31
12	2	2	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	33
13	1	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	31
14	1	1	1	2	3	2	11	2	1	2	1	1	28
15	1	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	31
16	1	1	1	3	3	3	11	2	1	2	1	1	30
17	2	2	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	33
18	2	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	32
19	1	1	1	3	3	3	11	2	1	2	1	1	30
20	2	2	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	33
21	1	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	31
22	2	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	32
23	1	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	31
24	1	1	1	3	3	3	11	2	1	2	1	1	30
25	2	2	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	33
26	1	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	31
27	2	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	32
28	1	1	1	3	3	3	11	2	1	2	1	1	30
29	1	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	31
30	2	2	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	33
31	1	1	1	3	3	3	11	2	1	2	1	1	30
32	1	1	1	3	3	3	11	2	1	2	1	1	30
33	2	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	32
34	2	2	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	33
35	1	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	31
36	1	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	31
37	2	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	32
38	1	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	31
39	1	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	31
40	2	2	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	33
41	1	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	31
42	1	1	1	3	3	3	11	2	1	2	1	1	30
43	2	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	32
44	1	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	31
45	1	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	31
46	2	2	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	33
47	2	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	32
48	1	1	1	4	3	3	11	2	1	2	1	1	31
Vidurkis, s	1.4	1.3	1.0	3.8	3.1	3.0	11.0	2.0	1.1	2.0	1.0	1.0	31.6

2.5 pav. Rankiniu būdu gaminamų butelių gamybos laiko duomenys



2.6 pav. Esamos 5 L PET butelių gamybos schema

Iš žaliavų sandėlio sandėlininkas kiekvienos darbo dienos pradžioje ruošinius transportuoja iki laikymo bunkerio. Supakuoti buteliai maišuose po 48 vnt. kas dvi valandas sandėlininko pernešami į sandėlį. Skaičiavimuose nėra atsižvelgiama į ruošinių kaitinimo laiką, kadangi 15 s pakaitinimas trunka tik pirmojo ruošinio kaitinimo metu, toliau procesas nusistovi ir visą gamybos procesą minimaliai trys ruošiniai visada yra paruošti pūtimui, taip pat neįtraukiami sandėlininko atliekamų veiksmų laikai (2.6 ir 2.7 pav.).



2.7 pav. PET butelių gamybos rankiniu būdu Grantt grafikas

### **3. Gamybos proceso atnaujinimas**

Išnagrinėjus esamą įmonės gamybos plėtros strategiją, atsižvelgiant į SSGG analizę siūloma atnaujinti 5 L PET butelių gamybos liniją, kuri šiuo metu nėra automatizuota. Tolimesniuose darbo poskyriuose pateikiami alternatyvūs patobulinimai:

- a) siūloma automatizuoti esamą gamybos liniją;
- b) įsidiesti naują, pilnai automatizuotą liniją.

#### **3.1 Pūtimo linijos atnaujinimas**

Siekiant sumažinti gamyboje esantį rankinį darbą, dėl ko mažėtų klaidų skaičius, darbas būtų vykdomas greičiau ir tiksliau, siūloma automatizuoti PET butelių pūtimą. Įsigijus PET ruošinių orientavimo mašiną, dvi robotizuotas rankas ir automatinį pakavimo stalą, būtų galima sumažinti darbo trukmę, darbo veiksmų monotoniškumą ir padidinti tikslumą. Padidėjus darbo tikslumui sumažėtų klaidų skaičius.

PET ruošinių orientavimo mašina reikalinga ruošiniams patekti iki kaitinimo mašinos į kurią ruošinį patalpina automatizuota ranka. Iš kaitinimo mašinos ruošinys į pūtimo aparatą patenka dėka automatizuotos rankos. Išpūstas 5 L PET butelis iš pūtimo mašinos krenta ant juostinio transporterio su nukreipiančiosiomis juostomis, kurios butelius išrikiuoja viena eile link pakavimo stalo, kuris pilnai užpildytas nustumia butelius į pakavimo maišą.

Siūloma įsigyti AccuSort100 PET ruošinių orientatorių skirtą surikiuoti ir patogiai paduoti PET ruošinius robotizuotai rankai, kuri ruošinį perkelia į pakaitinimo mašiną. Orientatorius pagamintas ir suprojektuotas ilgalaikiam, patvariam ir patikimam veikimui, juo lengva naudotis ir paprasta valdyti. Pritaikomas įvairių formų ir dydžių ruošiniams, lengvai performuojamas naudoti butelių skirstymui. Analogiškų įrenginių palyginimas pateiktas 3.1 lentelėje [26-28].

Automatinis ruošinių orientatorius (3.1 pav.) sukurtas taip, kad būtų užtikrintas konteinerio pakrovimas grindų lygyje. Aukštos kokybės rėmai pagaminti iš nerūdijančio plieno, tinkančio orientuoti ruošinius skirtus gaminti butelius skirtus sąlyčiui su maistu ar gėrimais.

Siūloma pasirinkti šį ruošinių orientatorių atsižvelgiant į kitų lyginamų gaminių kainą ir ciklų skaičių. Pasirenkant kardinaliai didesnio ciklų skaičiaus orientatorių būtų nuostolinga, nes tolimesnė gamybinė linija nėra pakankamai pajėgi tokiam ruošinių padavimui į pakaitinimo mašiną [28].

3.1 lentelė. Ruošinių orientatorių palyginimas

	<b>AccuSort100</b>	<b>Taire LP - 12</b>	<b>Fillpack FP-4000</b>
<b>Elektros variklio galia</b>	770 W	1,5 kW	25 kW
<b>Aukštis</b>	1676 mm	1700 mm	1450 mm
<b>Ilgis</b>	2743 mm	2000 mm	1650 mm
<b>Plotis</b>	1828 mm	2900 mm	590 mm
<b>Svoris</b>	362,87 kg	2 000 kg	14 000 kg
<b>Ciklai</b>	Maksimaliai 300 ruošinių per valandą	6 000 – 7 000 ruošinių per valandą	8 000 ruošinių per valandą
<b>Kaina, Eur</b>	± 10 000	± 50 000	± 55 000



3.1 pav. PET ruošinių orientavimo mašina [27]

Ruošinių perkėlimui nuo orientatoriaus į pakaitinimo mašiną ir iš jos į pūtimo mašiną reikalingos dvi roboto rankos su griebtuvais (3.2 pav.). Siūloma įsigyti dvi šešių variklių, automatinio valdymo roboto rankas Toney TYT600-A-6. Šios roboto rankos tikslios mechaninės struktūros, turi judesių kontroliavimo sistemą. Esanti kompiuterinė programinė įranga leidžia operatoriui lengvai ir greitai koordinuoti roboto judesius. Analogiškų įrenginių palyginimas pateiktas 3.2 lentelėje [29-31]. Iš pateiktų analogiškų įrenginių siūloma pasirinkti Toney TYT600-A-6 robotizuotą ranką, nes tai geriausias pasirinkimas kainos ir keliamosios galios atžvilgiu.



3.2 pav. Automatizuota ranka [29]

3.2 lentelė. Robotizuotų rankų palyginimas

	<b>IKV-ER</b>	<b>Danbach</b>	<b>Toney TYT600-A-6</b>
<b>Elektros variklio galia</b>	2 kW	770 W	1,5 kW
<b>Valdymo ašių kiekis</b>	6	5	6
<b>Rankos ilgis</b>	3000 mm	770 mm	770 mm
<b>Aukštis</b>	1500 mm	1330 mm	1270 mm
<b>Plotis</b>	1200 mm	30 mm	300 mm
<b>Masė</b>	350 kg	178 kg	100 kg
<b>Judesių spindulys</b>	2,1 m	2,5 m	0,6 m
<b>Keliamoji galia</b>	10 kg	8 kg	3 kg
<b>Kaina</b>	± 38 000	± 14 000	± 10 000

Šiuo metu įmonėje produkciją pakuoja darbuotojas, tačiau siūloma įsigyti automatinę butelių pakavimo mašiną. Iš pūtimo mašinos 5 L PET butelis išstumiamas dugnu į apačią ant juostinio konvejerio, kuris keliauja iki pakavimo stalo, ant pakavimo stalo esantys detektoriai suskaičiuoja vienoje eilėje susidariusį butelių skaičių ir esant 6 vnt. pastumia vieną eilę į priekį. Automatinė pakavimo mašina (3.3 pav.) yra puikus darbo jėgos taupymas, skirtas patenkinti greito pakavimo poreikius. Mašina skirta formuoti butelių matricą ir ją nustumti į pakuotę. Nebereikia darbuotojų, kurie rankiniu būdu sudeda butelius po vieną į matricą ir nuo pakavimo stalo sustumia į pakavimo maišą, taip panaikinamas monotoniškas, nuobodus ir daug laiko užimantis procesas.

Atsižvelgiant į kainą, išmatavimus ir pajėgumą siūloma rinktis PG PDB-100 automatinę pakavimo mašiną, kuri leidžia pasirinkti norimą greičio ir matricos režimą, tokiu būdu padidina darbo našumą. Pakuoti galima įvairių formų plastiko butelius. Automatinio pakavimo mašina pasižymi greitu valdymu, tai sumažina prastovų skaičių ir leidžia maksimaliai padidinti veikimo laiką. Žemas

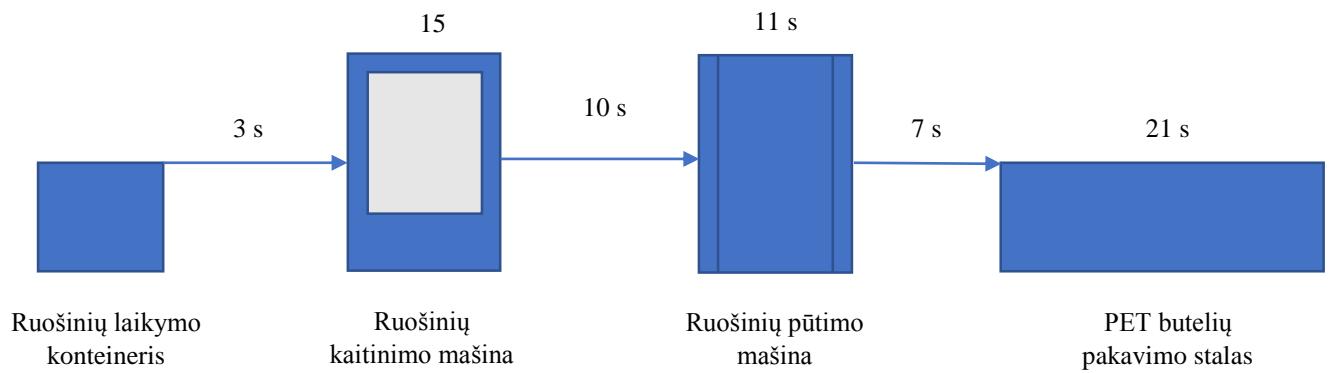
veikimo garso lygis, paprastas ir lengvas eksploatavimas, reikalauja minimalaus operatoriaus apmokymo [32]. Analogiškų įrenginių palyginimas pateiktas 3.3 lentelėje [33-35].



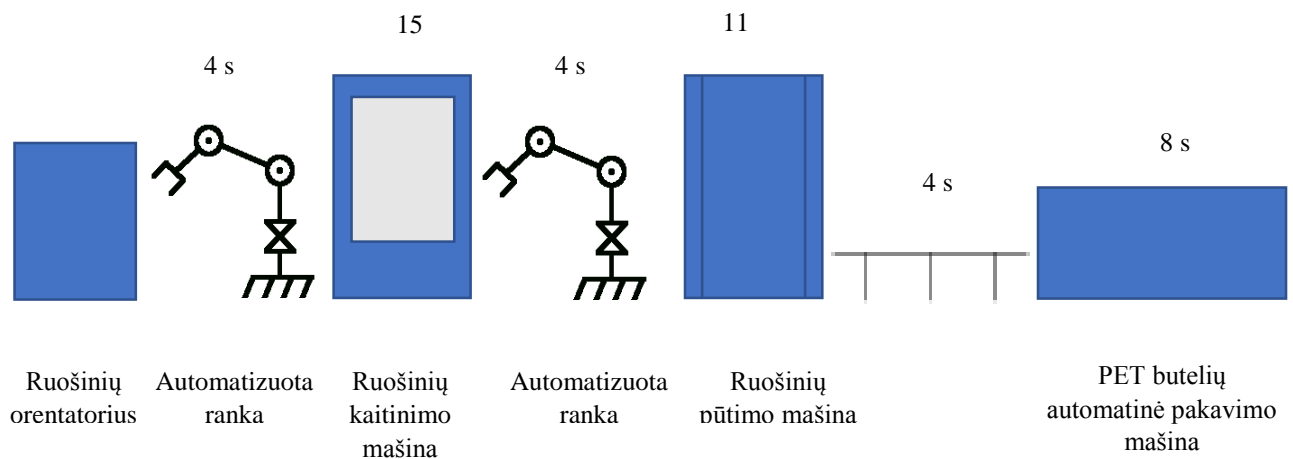
3.3 pav. Automatinė pakavimo mašina [33]

3.3 lentelė. Automatinių pakavimo mašinų palyginimas

	<b>U-TECH BST-100E</b>	<b>KINGMAX SC2200</b>	<b>PG PDB-100</b>
<b>Išmatavimai</b>	3000×2000×2300 mm	3500×2100×2000 mm	3000×2000×2300 mm
<b>Pakuojamų butelių tūris</b>	0,05 – 5 L	0,02 – 5 L	0,05 – 5 L
<b>Elektros variklio galia</b>	2 kW	550 W	1kW
<b>Masė</b>	200 kg	400 kg	280 kg
<b>Pajėgumas</b>	3 000 – 8 000 butelių per valandą	4 500 butelių per valandą	1 500 – 6 000 butelių per valandą
<b>Transporterio aukštis</b>	700 – 1 300 mm	500 – 1 100 mm	700 – 1 300 mm
<b>Kaina, Eur</b>	± 17 750	± 15 000	± 12 500



a) gamyba rankiniu būdu



b) gamyba automatizuotoje linijoje

3.4 pav. Proceso schema gamybą vykdant rankiniu būdu ir automatizuotu būdu

3.4 lentelė. Rankinio ir automatizuoto proceso laikų ir pagaminamų butelių kiekių palyginimas

Rankinis darbas	Automatizuota gamyba	Skirtumas
48 vnt. butelių per 1 509 s	48 vnt. butelių per 1 112 s	397 s
Per 1 d. d. 816 vnt. butelių	Per 1 d. d. 1 104 vnt. butelių	288 vnt. per vieną d. d.
Per 1 mėn. 17 136 vnt. butelių	Per 1 mėn. 23 184 vnt. butelių	6 048 vnt. per 1 mėnesį
Per 1 metus 205 632 vnt. butelių	Per 1 metus 278 208 vnt. butelių	72 576 vnt. per metus

Lyginant proceso trukmę esant darbuotojui ir automatizuotos linijos gaminimo trukmę matyti, kad automatizavus liniją vienas maišas 5 L PET butelių po 48 vnt. pagaminamas 397 s greičiau nei tai darant rankiniu būdu (3.4 pav.). Darbuotojo pozicija atnaujintoje butelių pūtimo linijoje tampa paprastesnė, leidžianti didžiąją darbo dalį skirti kokybės tikrinimui ir kitų įrenginių priežiūrai.



Automatizavus pūtimo liniją per dieną galima pagaminti 6 maišais daugiau, per mėnesį susidaro 126 maišais daugiau nei darbą atliekant rankiniu būdu. Darbuotojo monotoniškumas sumažėja, gali atlikti daugiau funkcijų (3.4 lentelė).

Prieš linijos automatizavimą darbuotojas atlikdavo fizinį darbą. Darbuotojo funkcijos prieš automatizavimą: pasilenkimas, ruošinio paėmimas, įstatymas ruošinio į pakaitinimo mašiną, ruošinio įstatymas į pūtimo mašiną, išpūsto butelio pernešimas iki pakavimo stalo, butelių matricos sustūmimas į pakavimo maišą, tai monotoniškas, jėgų ir kantrybės reikalaujantis darbas, tačiau automatizavus liniją darbuotojo funkcijos ženkliai palengvėja: prižiūrėti, kontroliuoti, tikrinti, užtikrinti.

### 3.2 Naujos technologinės linijos įdiegimas

Įvertinus esamą plastiko pakuočių rinkos situaciją ir atlikus gamybos plėtros strategijos analizę, kurios dėka buvo nustatyti strateginiai veiksniai, kurie turi įtakos įmonės plėtrai, siūloma gamybinei įmonei įsodiegti automatinę gamybos butelių pūtimo mašiną SC-F5000 (3.5 pav.). Tai automatinė, dviejų etapų butelių formos pūtimo mašina, patikima, gebanti vienu metu išpūsti vieną PET ruošinį. Maksimalus pūtimo greitis 700 vnt. butelių per valandą. Šią butelių pūtimo mašiną lengva valdyti, sklandžiai veikia dideliu greičiu. Lengvai sustabdoma formų ar ruošinių keitimui. Jokios aplinkos taršos ir žemas triukšmo lygis. Didelė formos prispaudimo jėga su aukšto slėgio pūtimo galia užtikrina darbą be energetinių nuostolių. Mažos sąnaudos, didelis efektyvumas, lengva eksploatacija ir priežiūra. Analogiškų įrenginių palyginimas pateiktas 3.5 lentelėje [36-38].



3.5 pav. 5L PET butelių automatinė pūtimo mašina SC-F5000 [36]

3.5 lentelė. 5L PET butelių automatinės pūtimo mašinos charakteristikos

	<b>BX-S6-A</b>	<b>SC-F5000</b>	<b>BTM8R</b>
<b>Ertmės formoms</b>	6	1	8
<b>Didžiausia talpa</b>	20 L	10 L	20 L
<b>Greitis</b>	6000 vnt./h	700 vnt./h	8000-12000 vnt./h
<b>Didžiausias butelio kakliuko diametras</b>	40 mm	50 mm	60 mm
<b>Elektros energija</b>	75 kW	40 kW	100 kW
<b>Darbinis slėgis</b>	8 – 10 Bar	10 Bar	n. d.
<b>Pūtimo slėgis</b>	≤ 35 Bar	≤ 35 Bar	n. d.
<b>Pūtimo mašinos išmatavimai</b>	5.4×2.2×2.3 m	2.5×2.0×2.0 m	n. d.
<b>Pūtimo mašinos masė</b>	6 500 kg	2 000 kg	4 700 kg
<b>Kaina, Eur</b>	± 215 000	± 140 000	± 380 000

Siūloma rinktis automatinę putimo mašiną SC-F5000 dėl kainos, galimos didžiausios pūtimo talpos, kadangi iki šiol įmonėje didžiausios talpos buteliai yra 5 L, įsidiegus šią liniją įmonei atsiveria galimybės gaminių įvairovės didinimui, naujų rinkų paieškai ir užsakymų didinimui, kitos pateiktos alternatyvos atmetamos dėl kainos ir per didelių gamybos greičių. Taip pat reikalinga automatinė butelių pakavimo mašina, kurios kaina yra apie 12 500 Eur, tad bendra naujos automatinės linijos kaina yra apie 152 500Eur.

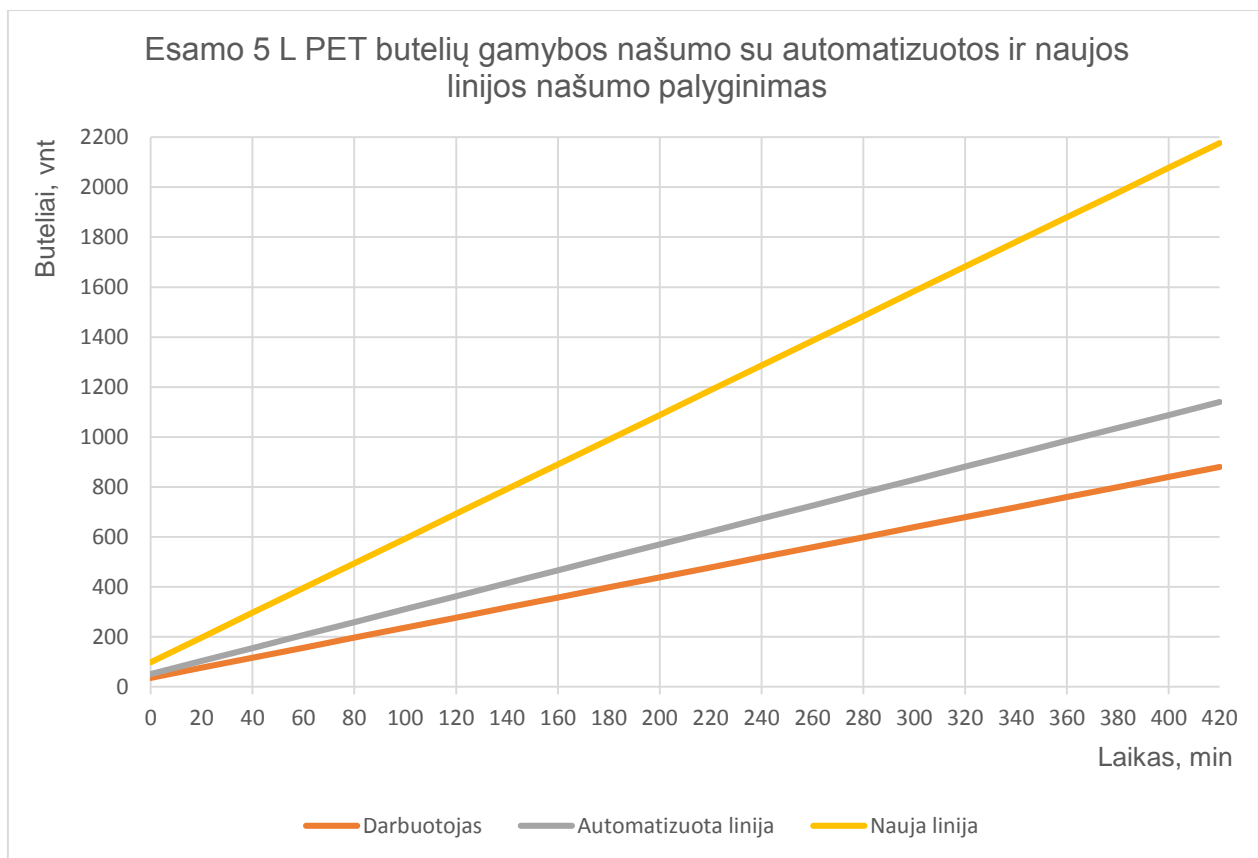
Esamoje gamybinėje linijoje, kurioje rankiniu būdu darbuotojas per mėnesį išpučia 17 136 vnt. butelių, tai 2,65 kartus mažiau, nei įdiegus siūlomą naują automatinę butelių pūtimo liniją (3.6 lentelė). Naujos butelių pūtimo linijos įdiegimas padidintų ne tik gamybos našumą, bet ir sumažintų klaidų skaičių, darbuotojo darbo monotoniškumą, leistų didžiąją darbo laiko dalį skirti produkto kokybės tikrinimui, kitų įrenginių priežiūrai, valdymui.

Nauja automatinė butelių pūtimo mašina atveria galimybes rinkos plėtrai, didesnių ar naujų užsakymų atsiradimui. Naujos linijos įdiegimas atitinka ilgalaikės gamybos strategijos principą, kuris numato ilgalaikius planus, sutelkia dėmesį į kintančius klientų poreikius, taip pat naujos įrangos eksploataciją ir remontą, senos linijos atnaujinimo atžvilgiu paprastesnė, išvengiama didelė dalis gedimų, kurie atsirastų dėl senėjančios linijos.

3.6 lentelė. 5 L PET butelio gamybos proceso trukmės palyginimas

Procesas	Esama gamyba	Automatizuota esama gamyba	Nauja automatinė linija
Ruošinio perkėlimas iš bunkerio į pakaitinimo mašiną	3 s	4 s	2 s
PET ruošinio kaitinimas (teorinis laikas)	15 s	15 s	10 s
Ruošinio perkėlimas iš pakaitinimo mašinos į pūtimo mašiną	10 s	4 s	2 s
PET ruošinio pūtimas	11 s	11 s	5 s
Išpūsto butelio perkėlimas ant pakavimo stalo	7 s	4 s	3 s
Butelių matricos supakavimas (veiksmas atliekamas pagaminus 48 vnt. butelių)	21 s	8 s	6 s
Viso (neįskaitant kaitinimo)	$31 \cdot 48 + 21 = 1\,509$ s	$23 \cdot 48 + 8 = 1\,112$ s	$12 \cdot 48 + 6 = 582$ s
<b>Siūlomų įrenginių kainos</b>		± 42 500 Eur	± 152 500 Eur

Įmonei siūlomi du variantai numatantys padidinti gamybos našumą, sumažinti galimų nekokybiškų gaminių skaičių, sumažinti rankinio darbo dalį. Gamybos našumo padidėjimas matyti iš lentelės, kurioje nurodomi atliekamų gamybos proceso etapų laikai esant dabartinei situacijai, automatizavus esamą liniją ir įsidiegiant naują, pilnai automatizuotą PET butelių pūtimo mašiną, darbuotojas reikalingas įrangos pakeitimui, stabdymui ir vykdomų programų keitimui. Esant esamos gamybos automatizavimui per vieną valandą pagaminami 155 vnt. PET butelių, įdiegus naują liniją 296 vnt./h (3.6 pav.). Svarbu paminėti, kad siūlomą įdiegti pūtimo liniją, kuri yra skirta didesnės talpos butelių pūtimui, šiuo metu įmonėje didžiausia talpa yra 5 L, įsigijus šią mašiną būtų galimybė naujo produkto atsiradimui.



**3.6 pav.** Esamo 5 L PET butelių gamybos našumo su automatizuotos ir naujos linijos našumo palyginimas

Iš pateikto grafiko matyti, kad įsidiegiant naują, automatinę PET butelių pūtimo mašiną per vieną valandą pagaminama 1,9 kartus daugiau nei darbuotojas. Darbuotojo našumas įvertintas neatsižvelgiant į rankinio darbo metu atsirandantį nuovargį, sulėtėjusį tempą, atliekamas darbas ne tik lėčiau, bet ir didėja tikimybė atsirasti didesniai skaičiui nekokybiškų gaminių.

Lyginant atnaujintos linijos ir visiškai naujos linijos našumus, pastaroji 2 kartus našesnė nei atnaujinta. Investicijos dydis skiriasi dvigubai, tačiau atnaujinus liniją naujų gaminių atsiradimui įtakos nebūtų, bet įsidiegus visiškai naują liniją, kuri skirta 5 – 10 L talpos buteliams pūsti atsiranda galimybės naujų produktų atsiradimui. Naujos linijos valdymas ir operatoriaus apmokymas paprastesnis, kadangi vienas valdymo pultas leidžia reguliuoti visa gamybos ciklą, o esant atnaujintai linijai reikalinga apmokyti darbuotoja valdyti atskirus linijos komponentus.

Įvertinant esamą gamybą, kurios pagrindinis sudedamasis elementas yra darbuotojas, svarbu atkreipti dėmesį į monotoniją darbe, kurios pasėkoje atsiranda gaišatys, gamybos neatitikimai. Teoriškai darbuotojas per vieną darbo dieną rankiniu būdu pagamina 816 vnt. butelių, per mėnesį 17 136 vnt. tačiau užsakymo dydis yra 16 tūkst. vnt., įsigyjant ruošinius nurodoma, kad 2 % ruošinių gali būti nekokybiški, tad per mėnesį 343 vnt. butelių pagamintų gali būti brokuoti dėl nekokybiškų ruošinių, lieka 793 vnt., kurie yra nepagaminti arba blogai pagaminti dėl darbuotojo monotoniško darbo, nuovargio ar sulėtėjusio darbo tempo.

### 3.3 Patobulinimo projekto kaštų vertinimas

Prieš atliekant inovaciją būtina žinoti ar tai atsipirks ir kada tai bus. Tam būtina atlikti patobulinimo projekto efektyvumo vertinimą, svarbiausios yra numatomas įplaukas bei išlaidas, t. y. įvairiais būdais bei metodais vertinami pinigų srautai. Ankstesniuose darbo skyriuose pateikti galimi esamos gamybos patobulinimai. Vienas iš jų yra esamos PET butelių gamybos automatizavimas įsigyjant ruošinių orientatorių, dvi robotizuotas rankas ir automatinę pakavimo mašiną, bendra įrangos kaina apie 42 500 Eur. Kitas siūlomas patobulinimas yra visiškai naujos technologinės PET butelių pūtimo linijos įdiegimas, kurios kaina yra apie 152 500 Eur. Vykdamas esamos linijos atnaujinimą ją automatizuojant arba keičiant visiškai nauja, 5 L PET butelių gamyba stabdomas vienai savaitei. Automatizuojant esamą gamybos liniją per savaitę laiko pagaminama 1,35 kartus daugiau butelių, nei darbuotojas, o įdiegiant visiškai naują gamybinę liniją pagaminama per savaitę 2,65 kartus daugiau, todėl tolimesniuose skaičiavimuose detalčiau neįvertinami nuostoliai dėl gamybos sustabdymo įrangos instaliacijai.

Investicijų projekto efektyvumas dažniausiai yra vertinamas apskaičiuojant grynąją dabartinę vertę (net present value - NPV), atsipirkimo laikotarpį (payback period - PP), vidinę pelno normą (internal rate of return - IRR) bei investicijų pelningumą (profitability index – PI) [39]. Būsimoji pinigų vertė (NPV) apskaičiuojama pagal formulę (3.1 formulė):

$$NPV = \sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+i)^k} - IC \quad (3.1)$$

kur  $P_1, P_2 \dots P_k \dots P_n$  - metinės pajamos per  $n$  metų,

$IC$  - pradinės investicijos,

$i$  - diskonto norma.

Akivaizdu, kad jei  $NPV > 0$ , projektas yra priimtinas, jei  $NPV < 0$ , projektas atmetamas, jei  $NPV = 0$ , projektas nei pelningas, nei nuostolingas.

Atsipirkimo laikotarpis  $PP$  suprantamas kaip periodas, per kurį grynojo pelno, diskontuoto investicijų projekto pabaigos momentui, suma lygi investicijų sumai (3.2 formulė):

$$\sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+i)^k} = \sum_{j=1}^t IC_j \quad (3.2)$$

kur  $P_k$  - metinės pajamos,

$\sum_{j=1}^t IC_j$  - visų investicijų suma,

$t$  - investicijų projekto pabaigos terminas.

Vidinė pelno norma tai diskonto norma, kuriai esant, laukiamų išlaidų dabartinė vertė bus lygi laukiamų piniginių įplaukų dabartinei vertei. IRR rodiklį investuotojas turi palyginti su investicijų projektui pasiskolintų finansinių išteklių kaina (Cost of Capital – CC). Jei  $IRR >$

CC, investicinis projektas priimtinas, jei  $IRR < CC$ , jis atmetamas, jei  $IRR = CC$ , projektas nei pelningas, nei nuostolingas.

Pelningumas – tai santykinis dydis, kuris apskaičiuojamas taip (3.3 formulė):

$$PI = \frac{\sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+i)^k}}{\sum_{t=1}^m \frac{IC_t}{(1+i)^t}} \quad (3.3)$$

kur  $IC_t$  – investicinių išlaidų dydžiai periodu  $t$  ( $t=1,2,3 \dots m$ ).

Jei  $PI > 1$ , investicijos pelningos, jei  $PI = 1$ , projektas nei pelningas, nei nuostolingas, jei  $PI < 1$ , investicijos nuostolingos.

Planuojant inovacijos diegimą gamybinei įmonei įsiedigiant ilgalaikio turto, reikalinga įvertinti nusidėvėjimą. Atliekant investicinių kaštų vertinimą būtina įvertinti įrangos nusidėvėjimą, nes įranga per tam tikrą laiką praranda pradinę vertę dėl fizinio nusidėvėjimo ir technologijų pokyčių. Nusidėvėjimas yra įrangos vertės sumažėjimas per tam tikrą laikotarpį [40]. Metinę ilgalaikio turto nusidėvėjimo sumą galima apskaičiuoti taikant produkcijos metodą pagal formulę (3.4 formulė):

$$N = \frac{(V_1 - V_2) \times (T - i + 1) \times 2}{T \times (T + 1)} \quad (3.4)$$

kur  $N$  – metinė nusidėvėjimo suma;

$V_1$  – ilgalaikio materialiojo turto įsigijimo vertė;

$V_2$  – ilgalaikio materialiojo turto likvidacinė vertė;

$T$  – naudojimo laikas metais;

$i$  – metai, kuriems skaičiuojamas nusidėvėjimas, kur  $i \leq T$ .

Analizuojamo patobulinimo projekto, PET butelių linijai automatizuoti įsigyjant naujus įrenginius, trukme pasirenkami 5 metai. Pajamų skaičiavimuose atsižvelgiama į 70 proc. įrangos apkrovimą. Bendras investicijų poreikis, automatizuojant esamą PET butelių pūtimo liniją yra ± 42 500 eurų, priimamas ribinis mokesčių koeficientas – 24 proc., diskonto norma 10 proc. Nusidėvėjimo metinė suma apskaičiuojama naudojant tiesinį metodą, kuris teigia, kad įrenginiai kiekvienais metais nusidėvi vienodai, nusidėvėjimo suma išlieka kasmet tokia pati ir sudaro esant atnaujinimui a) esamos linijos automatizavimas:  $42\,500 : 5 = 8\,500$  Eur. Planuojami grynujų pinigų srautai pateikti 3.7 lentelėje.

3.7 lentelė. Planuojami grynujų pinigų srautai esamos linijos automatizavimo atveju

Metai	1	2	3	4	5
Pajamos, Eur	48 686,4	50 000	51 000	50 500	50 000
Nusidėvėjimo sąnaudos, Eur	8 500	8 500	8 500	8 500	8 500
Pajamos iki mokesčių mokėjimo, Eur	40 186,4	41 500	42 500	42 000	41 500
Mokesčiai (24 proc.)	16 074,56	9 960	12 240	12 120	9 960
Pajamos po mokesčių mokėjimo	24 112,4	31 540	30 260	29 880	31 540
Grynosios pajamos	32 611,84	40 040	38 760	37 880	40 040

3.8 lentelė. Investicinio projekto atsipirkimo periodas esamos linijos automatizavimo atveju

Metai	Pinigų srautai, Eur	Diskontavimo koeficientas, 10 proc.	Diskontuoti pinigų srautai	Nepadengta investicijų suma
0	-42 500	1,000	-42 500	42 500
<b>1</b>	<b>32 611,84</b>	<b>0,9091</b>	<b>29 647,42</b>	<b>12 852,58</b>
2	40 040	0,8264	33 089,06	-20 236,48
3	38 760	0,7513	29 120,39	-49 356,87
4	37 880	0,6830	25 872,04	-75 228,91
5	40 040	0,6209	24 860,84	-100 089,75
Diskontuotas atsipirkimo periodas = $1 + 12\,852,58 / 33\,089,06 = 1 + 0,39 = 1,39$ metų				

Automatizavus esamą butelių putimo liniją atsiranda didesnių galimybių asortimento plėtimui, palengvinamas darbuotojų darbas, vienas darbuotojas gali prižiūrėti keletą įrenginių, didesnę dalį laiko gali skirti produkcijos kokybei, ko pasėkoje užtikrinama tvirtesnė pozicija rinkoje, nes siūlomi aukštesnės kokybės gaminiai. Pagal atliktus skaičiavimus matyti, kad patobulinimo projekto diskontuotas atsipirkimo periodas yra 1,39 metai, duomenys pateikti 3.8 lentelėje.

Įvertinant projekto efektyvumą, apskaičiuojama vidinė gražos norma. Skaičiavimai pateikti 3.9 lentelėje.

Vidinės gražos normos skaičiavimai rodo, kad naujos technologinės linijos įdiegimas yra teisinga investicija, nes projekto vidinė gražos norma yra didesnė už diskonto normą (39,61 % > 10 %).

**3.9 lentelė.** Vidinės grąžos normos skaičiavimas automatizuojant esamą gamybos liniją

	Metai	Pinigų srautai	Diskontavimo koeficientas	Diskontuotų pinigų srautai
Pasirenkama $k_2 = 15\%$	0	-42 500	1,000	-42 500
	1	32 611,84	0,8696	28 359,26
	2	40 040	0,7561	30 274,24
	3	38 760	0,6575	25 484,7
	4	37 880	0,5718	21 659,78
	5	40 040	0,4972	19 907,89
	NPV <sub>2</sub>			
Pasirenkama $k_2 = 10\%$	0	-42 500	1,000	-42 500
	1	32 611,84	0,9091	29 647,42
	2	40 040	0,8264	33 089,06
	3	38 760	0,7513	29 120,39
	4	37 880	0,6830	25 872,04
	5	40 040	0,6209	24 860,84
	NPV <sub>1</sub>			

$$IRR = 0,10 + \frac{[100089,75 \times (0,15 - 0,10)]}{[100089,75 - 83185,87]} = 0,3961 \text{ arba } 39,61\%$$

Bendras investicijų poreikis įdiegiant naują automatinę PET butelių pūtimo liniją yra ± 107 000 eurų, priimamas ribinis mokesčių koeficientas – 24 proc., diskonto norma 10 proc. Nusidėvėjimo metinė suma apskaičiuojama naudojant tiesinį metodą, kuris teigia, kad įrenginiai kiekvienais metais nusidėvi vienodai, nusidėvėjimo suma išlieka kasmet tokia pati ir sudaro esant atnaujinimui b) naujos automatinės PET butelių pūtimo linijos diegimas:  $152\,500 : 5 = 30\,500$  Eur. Planuojami grynujų pinigų srautai pateikti 3.10 lentelėje.

**3.10 lentelė.** Planuojami grynujų pinigų srautai naujos gamybinės linijos diegimo atveju

Metai	1	2	3	4	5
Pajamos, Eur	95 256	97 000	96 500	97 000	97 300
Nusidėvėjimo sąnaudos, Eur	30 500	30 500	30 500	30 500	30 500
Pajamos iki mokesčių mokėjimo, Eur	64 756	66 500	75 100	66 500	66 800
Mokesčiai (24 proc.)	15 541,44	15 960	18 024	15 960	16 032
Pajamos po mokesčių mokėjimo	49 214,56	50 540	57 076	50 540	50 768
Grynosios pajamos	79 714,56	81 040	78 476	81 040	81 268



**3.11 lentelė.** Investicinio projekto atsipirkimo periodas naujos gamybinės linijos diegimo atveju

Metai	Pinigų srautai, Eur	Diskontavimo koeficientas, 10 proc.	Diskontuoti pinigų srautai	Nepadengta investicijų suma
0	-152 500	1,000	-152 500	152 500
1	79 714,56	0,9091	72 468,51	80 031,49
<b>2</b>	<b>81 040</b>	<b>0,8264</b>	<b>66 971,46</b>	<b>13 060,03</b>
3	78 476	0.7513	58 959,02	-45 898,99
4	81 040	0.6830	55 350,32	-101 249,31
5	81 268	0.6209	50 459,30	-151 708,61
Diskontuotas atsipirkimo periodas = 2+13 060 / 58 959,02 = 2+0,22=2,22 metų				

Įdiegiant naują automatinę butelių putimo liniją tris kartus padidėja gamybos našumas, darbuotojo darbo pobūdis pasikeičia iš rankiniu darbu pagrįsto darbo į priežiūrą, valdymą, sumažėja nekokybiškai išpūstų butelių kiekis, atsiranda didesnių galimybių asortimento plėtimui, kadangi iki šiol didžiausia pučiamų butelių talpa, o įdiegus siūlomą naują liniją galimi didesnių talpų PET buteliai, ko pasėkoje užtikrinama tvirtesnė pozicija rinkoje, nes siūlomi aukštesnės kokybės gaminiai. Pagal atliktus skaičiavimus matyti, kad patobulinimo projekto diskontuotas atsipirkimo periodas yra 2,22 metai, duomenys pateikti 3.11 lentelėje.

Įvertinant projekto efektyvumą, apskaičiuojama vidinė gražos norma. Skaičiavimai pateikti 3.12 lentelėje.

$$IRR = 0,10 + \frac{[151708,61 \times (0,15 - 0,10)]}{[151708,61 - 116437,21]} = 0,3151 \text{ arba } 31,51 \%$$

Vidinės gražos normos skaičiavimai rodo, kad naujos technologinės linijos įdiegimas yra teisinga investicija, nes projekto vidinė gražos norma (IRR) yra didesnė už diskonto normą (31,51 % > 10 %).

**3.12 lentelė.** Vidinės grąžos normos skaičiavimas automatizuojant esamą gamybos liniją

	Metai	Pinigų srautai	Diskontavimo koeficientas	Diskontuotų pinigų srautai
Pasirenkama $k_2 = 15\%$	0	-152 500	1,000	-152 500
	1	79 714,56	0,8696	69 319,78
	2	81 040	0,7561	61 274,34
	3	78 476	0,6575	51 597,97
	4	81 040	0,5718	46 338,67
	5	81 268	0,4972	40 406,45
	NPV <sub>2</sub>			
Pasirenkama $k_2 = 10\%$	0	-152 500	1,000	-152 500
	1	79 714,56	0,9091	72 468,51
	2	81 040	0,8264	66 971,46
	3	78 476	0,7513	58 959,02
	4	81 040	0,6830	55 350,32
	5	81 268	0,6209	50 459,30
	NPV <sub>1</sub>			

## REKOMENDACIJOS

Atlikta gamybos plėtros strategijos teorinių aspektų analizė, pasitelkus SSGG analizę išnagrinėta įmonės esamos gamybos padėtis ir pastebėta, kad įmonei vertėtų atnaujinti esamą 5 L PET butelių gamybos liniją arba įdiegti naują automatinę pūtimo įrangą. Gamybos tobulinimui pateiktos galimos alternatyvos įrangos įsigijimui. Atliekant tobulinimo galimybes atsižvelgiama į darbo našumo didinimą, darbo sąlygų gerinimą ir investicijų atsiperkamumą. Apibendrinti skaičiavimai lyginant esamą gamybos procesą su siūlomais atnaujinimais pateikti 4.1 lentelėje.

4.1 lentelė. Alternatyvių patobulinimų palyginimas

	<b>Esama 5 L PET butelių gamyba</b>	<b>Automatizuota 5 L PET butelių gamyba</b>	<b>Nauja automatinė 5 L PET butelių gamyba</b>
<b>Vienas maišas (48 vnt.)</b>	1 509 s	1 112 s	582 s
<b>Išpūsti buteliai per dieną</b>	816 vnt.	1 104 vnt.	2 160 vnt.
<b>Išpūsti buteliai per mėnesį</b>	17 136 vnt.	23 184 vnt.	45 360 vnt.
<b>Išpūsti buteliai per metus</b>	205 632 vnt.	278 208 vnt.	544 320 vnt.
<b>Įrangos kaina</b>	-	± 42 500 Eur	± 152 500 Eur
<b>1 metų pajamos</b>	51 408 Eur	69 552 Eur	136 080 Eur
<b>Įrangos atsipirkimo periodas</b>	-	1,39 metai	2,22 metai

Automatizuojant esamą liniją ji būtų papildoma naujais komponentais, tai neišsprendžia dažnėjančių įrenginių gedimų, kadangi pagrindines funkcijas atliks tos pačios 21 metus naudotos mašinos, dėl to naudinga įsidiegti naują automatinę 5 L PET butelių liniją. Įdiegiant į esamą liniją naujus komponentus kiekvieno valdymui reikalingi apmokymai darbuotojui, o įrengus naują gamybos liniją apmokomas darbuotojas valdyti vieną mašiną.

Naujos linijos įdiegimas didina galimybes naujo produkto atsiradimui, nes esamoje gamyboje ar siūlomo automatizavimo atveju didžiausia gaminamų butelių talpa yra 5 L, tačiau siūloma nauja technologinė linija leidžia pūsti 10 L PET, HDPE, LDPE butelius. Atliekant tiek automatizavimą, tiek diegiant naują liniją darbuotojo darbo pobūdis keičiasi iš rankinio fizinio darbo į lengvesnes funkcijas kaip priežiūra, valdymas, tikrinimas ir pan. Tokiu būdu sumažinamas monotoniškumas, dingsta nuovargis ir taip galime išvengti gamybos neatitikčių. Esant mažesniai skaičiui klaidų gamyboje 793 vnt. sumažėja brokuotų butelių skaičius taip išvengiame ne tik ekonominių nuostolių, bet ir mažinama aplinkos tarša brokuotų PET butelių perdirbimo metu.

Rekomenduojama rinktis naują automatinę PET butelių pūtimo linija, nes darbo našumas lyginant su esama gamyba išaugtų 2,6 kartus. Investicija atsipirktų per 2,22 metus, o naujos technologinės linijos įdiegimas yra teisinga investicija, nes projekto vidinė grąžos norma (IRR) yra didesnė už diskonto normą  $31,51\% > 10\%$ , nors esamos linijos automatizavimas taip pat yra teisinga investicija, nes vidinės grąžos norma yra  $39,61\%$ .

Taigi, įmonės strategija galėtų būti – naujos linijos įsigijimas, kuri pagal skaičiavimus rodo gamybos našumo padidėjimą ir galimybę rinkos plėtrai.

## IŠVADOS

1. Išanalizuoti gamybos plėtros strategijos principai parodė, kad sudarant plastiko pakuočių gamybos strategiją svarbu atsižvelgti į konkurencinius veiksnius: kokybę, našumą, laiką, kainą ir gamybos lankstumą. Siūloma sutelkti dėmesį į rankinio darbo dalį gamyboje, kuri turi didelę įtaką gamybos kokybei ir našumui, taip pat svarbu mažinti plastiko atliekų kiekį, kuris susidaro gamybos neatitikimų metu.
2. Išnagrinėjus plastikinių pakuočių gamybos įmonę ir jos gamybos procesus, remiantis atlikta SSGG analize pastebėta, kad 5 L PET butelių pūtimo procesą galima patobulinti, taip būtų sumažinama rankinio darbo dalis, atsirastu galimybių didinti gaminių įvairovę.
3. Darbe pateikiami alternatyvūs pasiūlymai 5 L PET butelių pūtimo linijos patobulinimui: a) siūloma automatizuoti esamą gamybos liniją; b) įsidiesti naują automatinę butelių pūtimo liniją. Taikant pirmą alternatyvų patobulinimą siūloma įsigyti ruošinių orientatorių skirtą ruošiniams esantiems bunkeryje suskirstyti į eilę ir transportuoti link kaitinimo mašinos, dvi robotizuotas rankas ruošinių perkėlimams į kaitinimo mašiną ir iš jos į pūtimo mašiną ir automatinę 5 L PET butelių pakavimo mašiną. Antras siūlomas atnaujinimas yra naujos, automatinės 5 L PET butelių pūtimo linijos diegimas.
4. Siekiant strateginių tikslų siūloma rinktis naują automatinę pūtimo liniją, nes pagal atliktus skaičiavimus gamybos našumas būtų 95,65 % didesnis, nei į esamą liniją įdiegiant papildomų komponentų. Nauja butelių pūtimo linija atveria kelią naujų gaminių atsiradimui, kadangi iki šiol įmonėje didžiausios talpos buteliai gaminami 5 L talpos, o siūloma nauja įranga turi galimybę pūsti iki 10 L talpos butelius. Naudojant diskontuotų pinigų srautų metodą apskaičiuota, kad įmonei naujos gamybos linijos įranga atsiperks maždaug po 2,22 metų. Šios investicijos tinkamumą parodo skaičiavimai, nes projekto vidinė grąžos norma yra didesnė už diskontavimo normą (31,51 % >10 %).

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. ROGER G. SCHROEDER, KIMBERLY A. BATES and MIKKO A. JUNTILA. A resource-based view of manufacturing strategy and the relationship to manufacturing performance. *Strategic Management Journal*, 2002, 13 p., [žiūrėta 2017-12-20], peržiūra per DOI: 10.1002/smj.213
2. Peter T WARDA., Rebecca DURAYB. Manufacturing strategy in context: environment, competitive strategy and manufacturing strategy. *Journal of Operations Management*, 2000. 123-138 p., [žiūrėta 2017-11-27], peržiūra per DOI: 10.1016/S0272-6963(99)00021-2.
3. Inovacijų sistemos pertvarkos koncepcijos gairės, [žiūrėta 2017-11-28], peržiūra per: <http://qualityassociation.lt/wp-content/uploads/2015/01/12-Inovacij%C5%B3-sistemas-pertvarkos-koncepcija-proj-2015-01-14.pdf>
4. Dimitris MOURTZIS, Michael DOUKAS. The evolution of manufacturing systems: from craftsmanship to the era of customisation. In: *Handbook of Research on Design and Management of Lean Production Systems*. USA: Business Science Reference, 2014, 1-30 p. ISBN 978-1-4666-5040-4.
5. G. JOHNSON, K. SCHOLLES, R. WHITTINGTON. *Exploring Corporate Strategy– Text & Cases*. 2008, 466-489 p., ISBN 878-0-273-71192-6.
6. P. J. SMIT. *Strategy Implementation: Readings*. 2007, 19-14 p., ISBN 978 070 2155547 5.
7. Poul K. FAARUP. *The Marketing Framework*. 2010, 84-110 p., ISBN 978-87-7675-506-5.
8. Thomas J. CROWE, Chao- Chun CHENG. Using quality function deployment in manufacturing strategic planning, *International Journal of Operations & Production Management*. 2006, p. 35-48, ISBN 0144-3577.
9. Phase 2: Developing Strategy, [žiūrėta 2017-11-28], peržiūra per: <https://onstrategyhq.com/resources/developing-your-strategy/>
10. Tuvia BLUMENTHAL. Japan's technological strategy. *Journal of Development Economics*, 1976, 245-255 p., [žiūrėta 2017-11-28], peržiūra per DOI: 10.1016/0304-3878(76)90051-1.
11. Russell T. WESTCOTT. "Leave A Legacy". *Quality Progress*. 2009, p. 63.
12. Audrius ČERESKA, Vytautas PAUŽA. "Kokybės analizė ir valdymas", Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Mokomoji knyga. 2005, 37-54 p., ISBN 9986-05-894-5.
13. DOOLEY, L. and O'SULLIVAN, D. 'Structuring systems innovation: a conceptual model and implementation framework', *J. Enterprise and Innovation Management Studies*. 2001, 177-194 p.

14. Canadian Dairy Commission. Inovation: Why is it so Important? 2010, 1-5 p., peržiūra per: [http://www.milkingredients.ca/userfiles/expert/pdf/expert2010-01\\_en.pdf](http://www.milkingredients.ca/userfiles/expert/pdf/expert2010-01_en.pdf)
15. Europos komisija. Žalioji knyga dėl Europos plastiko atliekų aplinkoje strategijos, 2013, 2-22 p., [žiūrėta 2017-12-02], peržiūra per: <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2013/LT/1-2013-123-LT-F1-1.Pdf>
16. Emily J. NORTH, Rolf U. HALDEN. Plastics and environmental health: the road ahead. 2013, 1-8 p, [žiūrėta 2017-11-24], peržiūra per DOI: 10.1515/reveh-2012-0030.
17. Povilas ZAKAREVIČIUS. Organizacijų vadyba : vadovėlis. 2011, 20-62 p., ISBN: 9789955127383.
18. Aleksandras VASILIAUSKAS. Strateginis valdymas: vadovėlis aukštosioms mokykloms. Vilnius: Enciklopedija, 2002. 384 p. ISBN 9986-433-28-2.
19. DIFFERENT TYPES OF PLASTICS AND THEIR CLASSIFICATION. [žiūrėta 2017-12-06] ,peržiūra per: [https://www.ryedale.gov.uk/attachments/article/690/Different\\_plastic\\_polymer\\_types.pdf](https://www.ryedale.gov.uk/attachments/article/690/Different_plastic_polymer_types.pdf)
20. Niir Project Consultancy Services. Disposable Products Manufacturing Handbook. NPC Board of Consultants & Engineers, 2014, 528 p., ISBN 978-0-470-04964-8.
21. Blow moulding. [žiūrėta 2017-12-10], peržiūra per: <http://www.custompartnet.com/wu/blow-molding>.
22. Ottmar BRANDAU. Stretch Blow Molding. Plastics Design Library, 2011. 256-278 p, ISBN 1437735274.
23. Injection stretch blow moulding. Robust, high clarity packaging popular in many market sectors . [žiūrėta 2017-11-18] peržiūra per: <http://robinsonpackaging.com/plastics/injection-stretch-blow-moulding/>.
24. Pasirinktas gaminys, [žiūrėta 2017-11-10] peržiūra per : <http://plasteksus.eu/buteliai-ir-bakeliai/P-05?search=>
25. LR socialinės apsaugos ir darbo ministerijos įsakymai, [žiūrėta 2017-11-19], peržiūra per: <https://www.e--tar.lt/acc/legalAct.html?documentId=TAR.07A579B7372F->
26. Ruošinių orientorius, [žiūrėta 2017-12-03], peržiūra per: [https://www.alibaba.com/product-detail/Automatic-bottle-preform-unscrambler\\_60215243879.html?spm=a2700.7724838.20171115.1.6fa3ec18q9nwPZ](https://www.alibaba.com/product-detail/Automatic-bottle-preform-unscrambler_60215243879.html?spm=a2700.7724838.20171115.1.6fa3ec18q9nwPZ)
27. Ruošinių orientorius, [žiūrėta 2017-12-03], peržiūra per: [https://www.alibaba.com/product-detail/Automatic-preform-unscrambler-preform-elevator-PET\\_60576395994.html?spm=a2700.7724838.20171115.20.6fa3ec18q9nwPZ](https://www.alibaba.com/product-detail/Automatic-preform-unscrambler-preform-elevator-PET_60576395994.html?spm=a2700.7724838.20171115.20.6fa3ec18q9nwPZ)
28. Ruošinių orientorius, [žiūrėta 2017-12-03], peržiūra per: <https://www.accutekpackaging.com/material-handling/unscramblers/accusort-100>

29. Robotizuota ranka, [žiūrėta 2017-11-24], peržiūra per: [https://www.alibaba.com/product-detail/industrial-robot-price-China-manufacture\\_60618577902.html?spm=a2700.7724838.2017115.46.457744bdytSnQH](https://www.alibaba.com/product-detail/industrial-robot-price-China-manufacture_60618577902.html?spm=a2700.7724838.2017115.46.457744bdytSnQH)
30. Robotizuota ranka, [žiūrėta 2017-11-24], peržiūra per: [https://sc01.alicdn.com/kf/HTB11\\_m7MXXXXXXXXXXXXq6xXFXXa/Multi-Joint-Industrial-Robot-Arm-for-Injection.jpg\\_220x220.jpg](https://sc01.alicdn.com/kf/HTB11_m7MXXXXXXXXXXXXq6xXFXXa/Multi-Joint-Industrial-Robot-Arm-for-Injection.jpg_220x220.jpg)
31. Robotizuota ranka, [žiūrėta 2017-11-24], peržiūra per: [https://jxdbh.en.alibaba.com/product/60661528444-804868987/Heavy\\_duty\\_6\\_axis\\_industrial\\_motoman\\_robot\\_arm\\_for\\_factory.html?spm=a2700.8304367.prewdfa4cf.26.5b7c2f29ciYFsR](https://jxdbh.en.alibaba.com/product/60661528444-804868987/Heavy_duty_6_axis_industrial_motoman_robot_arm_for_factory.html?spm=a2700.8304367.prewdfa4cf.26.5b7c2f29ciYFsR)
32. Automatinė butelių pakavimo mašina, [žiūrėta 2017-11-24], peržiūra per: [https://www.alibaba.com/product-detail/automatic-plastic-bag-pack-bottle-machine\\_60094987198.html?spm=a2700.7724838.2017115.231.231053d7blSk0W&s=p](https://www.alibaba.com/product-detail/automatic-plastic-bag-pack-bottle-machine_60094987198.html?spm=a2700.7724838.2017115.231.231053d7blSk0W&s=p)
33. Automatinė butelių pakavimo mašina, [žiūrėta 2017-11-24], peržiūra per: [https://www.alibaba.com/product-detail/Hot-sell-plastic-empty-bottle-bagging\\_60261370202.html](https://www.alibaba.com/product-detail/Hot-sell-plastic-empty-bottle-bagging_60261370202.html)
34. Automatinė butelių pakavimo mašina, [žiūrėta 2017-11-24], peržiūra per: [https://www.alibaba.com/product-detail/automatic-edible-oil-bottle-bagging-machine\\_60099471234.html](https://www.alibaba.com/product-detail/automatic-edible-oil-bottle-bagging-machine_60099471234.html)
35. Automatinė butelių pakavimo mašina, [žiūrėta 2017-11-24], peržiūra per: [https://www.diytrade.com/china/pd/11624952/empty\\_bottle\\_bottle\\_bagging\\_machine.html](https://www.diytrade.com/china/pd/11624952/empty_bottle_bottle_bagging_machine.html)
36. Automatinė butelių pūtimo mašina. [žiūrėta 2017-11-25], peržiūra per: <http://www.sinco-machinery.com/blowing-machine/pet-blowing-machine/5l-pet-bottle-full-automatic-blowing-machine.html>
37. Automatinė butelių pūtimo mašina. [žiūrėta 2017-11-25], peržiūra per: <https://kherson.all.biz/en/automatic-blow-molding-machines-for-pet-bottles-g14292467>
38. Automatinė butelių pūtimo mašina. [žiūrėta 2017-11-25], peržiūra per: [https://www.alibaba.com/product-detail/PET-stretch-blow-molding-machine\\_60594966437.html?spm=a2700.7724857.main07.27.7ad82968kblYZ1&s=p](https://www.alibaba.com/product-detail/PET-stretch-blow-molding-machine_60594966437.html?spm=a2700.7724857.main07.27.7ad82968kblYZ1&s=p)
39. A. DZIKEVIČIUS. Investicijų projekto efektyvumo bei rizikos vertinimas imitaciniu modeliavimu. Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Prieiga per: [http://www.manoinvesticijos.lt/pics/file/inv\\_projektu%20vertinimas%20im%202001.pdf](http://www.manoinvesticijos.lt/pics/file/inv_projektu%20vertinimas%20im%202001.pdf)
40. ЧЕТЫРКИН Е. М. Финансовый анализ производственных инвестиций. 1998, 255 p..