



**Kauno technologijos universitetas**

Aplinkos inžinerijos institutas

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

**Maisto pramonės technologinių įrenginių gamybos įmonės  
veiklos aplinkosauginis vertinimas ir poveikio aplinkai  
mažinimo būdai**

Baigiamasis magistro projektas

---

**Giedrius Černiauskas**

Projekto autorius

**prof. dr. Jolita Kruopienė**

Vadovė

---

**Kaunas, 2020**



**Kauno technologijos universitetas**

Aplinkos inžinerijos institutas

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

**Maisto pramonės technologinių įrenginių gamybos įmonės  
veiklos aplinkosauginis vertinimas ir poveikio aplinkai  
mažinimo būdai**

Baigiamasis magistro projektas

Darnus valdymas ir gamyba (6213EX001)

---

**Giedrius Černiauskas**

Projekto autorius

**prof. dr. Jolita Kruopienė**

Vadovė

**prof. dr. Jolanta Dvarionienė**

Recenzentė

---

**Kaunas, 2020**



**Kauno technologijos universitetas**

Aplinkos inžinerijos institutas

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Giedrius Černiauskas

**Maisto pramonės technologinių įrenginių gamybos įmonės  
veiklos aplinkosauginis vertinimas ir poveikio aplinkai  
mažinimo būdai**

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Giedriaus Černiausko, baigiamasis projektas tema „Maisto pramonės technologinių įrenginių gamybos įmonės veiklos aplinkosauginis vertinimas ir poveikio aplinkai mažinimo būdai“ 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.

*Giedrius Černiauskas*

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)



**Kauno technologijos universitetas**

Aplinkos inžinerijos institutas

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

## **Baigiamojo magistro projekto užduotis**

Projekto tema Maisto pramonės technologinių įrenginių gamybos įmonės veiklos aplinkosauginis vertinimas ir poveikio aplinkai mažinimo būdai

Reikalavimai ir sąlygos  
(tikslinti pavadinimą  
pagal poreikį)

Technologinių įrenginių gamybos įmonių veikla, kaip ir bet kuri kita gamybinė veikla, daro poveikį aplinkai. Mokslinėje literatūroje šios pramonės neigiamas poveikis aplinkai ir jo mažinimo galimybės nėra plačiai nagrinėta tema. Todėl keliami tokie uždaviniai:

- Apžvelgti mokslinėje literatūroje analizuojamus gamybos proceso sampratos, poveikio aplinkai, poveikio aplinkai vertinimo svarbos ir neigiamo poveikio aplinkai mažinimo skirtingomis priemonėmis aspektus.
- Atlikti pirminį aplinkosauginį vertinimą, technologinių procesų analizę bei atliekų tvarkymo analizę pasirinktoje maisto pramonės technologinių įrenginių gamybos įmonėje.
- Pateikti pasiūlymų technologinių procesų modernizavimui, kurie leistų sumažinti įmonės veiklos poveikį aplinkai, ir įvertinti poveikio sumažėjimą.

Vadovas / Vadovė

Prof. Jolita Kruopienė

(vadovo pareigos, vardas, pavardė, parašas)

(data)

Černiauskas Giedrius. Maisto pramonės technologinių įrenginių gamybos įmonės veiklos aplinkosauginis vertinimas ir poveikio aplinkai mažinimo būdai. Magistro baigiamasis projektas / vadovė prof. dr. Jolita Kruopienė; Kauno technologijos universitetas, Aplinkos inžinerijos institutas; Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): Aplinkos inžinerija (E03) – pagrindinė, Gamybos inžinerija (E10), Verslas (L01), Inžinerijos mokslai.

Reikšminiai žodžiai: Maisto pramonės technologinius įrenginius gaminanti įmonė; technologiniai įrenginiai; poveikis aplinkai; atliekos; poveikio aplinkai mažinimo būdai; būvio ciklas; aplinkosauginė analizė; modernizavimas; ekologinis projektavimas.

Kaunas, 2020. 73 p.

## Santrauka

Maisto pramonės technologinių įrenginių gamybos įmonėse poveikio aplinkai nustatymas ir neigiamo poveikio aplinkai mažinimas svarbus įgyvendinant darnaus vystymosi tikslus. Vis daugiau pramonės įmonių modernizuoja įrangą, vykdo pakitimus gamybiniuose procesuose ne tik dėl našumo, kokybės, gamybos apimčių, gamyba tobulinama siekiant sumažinti neigiamą poveikį aplinkai. Ši tema aktuali dar ir tuo, kad tiriamojoje maisto pramonės technologinių įrenginių įmonėje tai vis sparčiau nagrinėjamos sritys, o darbe atliekami tyrimai užsakovieji.

Magistro baigiamajame darbe siekiama išsiaiškinti, kaip pasikeis poveikis aplinkai pritaikius poveikio aplinkai mažinimo būdus maisto pramonės technologinių įrenginių gamybos įmonėje. Šiam siekiui buvo pasirinktas tyrimo objektas – maisto pramonės technologinius įrenginius gaminančios įmonės veikla. Tam buvo užsibrėžtas darbo tikslas – nustatyti maisto pramonės technologinių įrenginių gamybos įmonės veiklos poveikį aplinkai, pritaikant skirtingus poveikio aplinkai mažinimo būdus. Šiam užsibrėžtam tikslui pasiekti buvo išketi šie uždaviniai: apžvelgti mokslinėje literatūroje analizuojamus gamybos proceso sampratos, poveikio aplinkai, poveikio aplinkai vertinimo svarbos ir neigiamo poveikio aplinkai mažinimo skirtingomis priemonėmis aspektus.; išanalizuoti atliekų prevencijos gamybos įmonėse galimybes ir teisinį reglamentavimą.; atlikti pirminį aplinkosauginį tyrimą, technologinių procesų analizę bei atliekų tvarkymo analizę tiriamojoje maisto pramonės technologinių įrenginių gamybos įmonėje.; pateikti pasiūlymų technologinių procesų modernizavimui, kurie leistų sumažinti įmonės veiklos poveikį aplinkai, ir įvertinti poveikio sumažėjimą.

Siekiant nustatyti ir iširti maisto pramonės technologinių įrenginių gamybos įmonės, poveikio aplinkai mažinimo galimybes buvo atlikta literatūros analizė bei įmonės aplinkosauginis tyrimas (įmonės statistinių duomenų analizė, medžiagų ir energijos balansas, įmonėje veikiančių technologinių įrenginių emisijų apskaičiavimas pagal LR ministro patvirtintą metodiką).

Tiriamojame įmonėje atlikus aplinkosauginį tyrimą buvo pateiktos galimybės poveikio aplinkai sumažinimui: dažymo proceso automatizavimas ir popierinių gamybinių brėžinių pakeitimas į skaitmeninius. Taip pat tiriamojoje įmonėje buvo atliktas ekologinis projektavimas.

Taikant dažymo proceso automatizavimą buvo pasiektas: LOJ išlakų sumažinimas. Automatizavimo socialinė nauda: bendras miesto išmetamos taršos į orą mažinimas. Nauda įmonei: kokybiškai ir ilgaamžiškai nudažyta produkcija, kurios perdažymas bus už žymiai tolimesnio laiko.

Modernizacijos pasiūlymo – pakeisti popierinius brėžinius į skaitmeninius poveikiui aplinkai ištirti buvo naudojamas būvio ciklo tyrimas, kurio gauti rezultatai teigia, kad pakeitus popierinius brėžinius į skaitmeninius poveikis aplinkai sumažėja 3 kartus beveik visose būvio ciklo kategorijose.

Tiriamajoje įmonėje buvo atliktas ekologinio projektavimo projektas. Buvo sudaryta darbo grupė, atrinktas problematinis mazgas, atliktas idėjų generavimas ir prioretizavimas ir sukurtas naujas mazgo konceptas. Mazgui buvo atlikti būvio ciklo vertinimai iki ekologinio projektavimo ir po ekologinio projektavimo. Būvio ciklo rezultatai buvo palyginami tarpusavyje ir gautas rezultatas rodo, kad po ekologinio projektavimo koncepto, šio mazgo poveikis aplinkai per metus laiko sumažėja visose būvio ciklo kategorijose, o didžiausias sumažėjimas gaunamas energijos sąnaudų suvartojime – 79,76 %.

Cerniauskas Giedrius. Environmental Assessment of Activities of the Company Manufacturing Technological Equipment for Food Industry and Ways to Reduce Its Environmental Impact. Master's Final Project/Head prof. dr. Jolita Kruopienė; Kaunas University of Technology, Institute of Environmental Engineering; Faculty of Mechanical Engineering and Design.

Field and area of study (Study Area Group): Environmental Engineering (E03) – Basic, Production Engineering (E10), Business (L01), Engineering Sciences.

Key words: company manufacturing technological equipment in the food industry; technological installations; environmental impact; waste; methods of reducing environmental impacts; life cycle; environmental analysis; modernisation; eco-design.

Kaunas, 2020. Page 73

### **Summary**

The identification of environmental impacts of food industrial technological installations in production plants and the introduction of prevention of negative environmental impacts are important for achieving sustainable development objectives with a view to reducing environmental impacts. An increasing number of industrial enterprises are modernising equipment, undergoing changes in production processes, not only due to productivity, quality, production volumes, and production is being improved to reduce negative environmental impacts. This is all the more relevant in view of the fact that these areas are increasingly being explored at the research plant for technological equipment in the food industry and those studies are being commissioned at work.

The master's final work aims to explore how environmental impacts will change by applying environmental mitigation techniques in the production plant of technological equipment in the food industry. For this purpose, the subject-matter of the study was the environmental impact of the activities of the company manufacturing technological equipment in the food industry. The purpose of the work was to assess the impact of technological installations on the environment, when different ways of reducing environmental impacts are applied. To achieve this aim, the following objectives have been developed: to examine in scientific literature aspects of the concept of the production process, environmental impact assessment, importance of environmental impact assessment and reduction of negative environmental impacts by different means.; to analyse the possibilities and legal regulation of waste prevention at production plants.; to carry out initial environmental research, analysis of technological processes, and waste management analysis at the research plant for the production of technological equipment in the food industry.; to submit proposals for the modernisation of technological processes that would reduce the environmental impact of the company's activities and to assess the impact reduction.

In order to establish and investigate the possibilities of production of technological equipment of the food industry, reduction of environmental impact, a literature analysis was carried out as well as an environmental study of the enterprise (analysis of statistical data of the enterprise, balance of materials and energy, calculation of emissions of technological equipment operating in the enterprise according to the methodology approved by the Minister of the Republic of Lithuania).

An environmental study carried out by the research firm provided options for reducing the environmental impact: automation of the dyeing process and digitisation of paper production drawings. An eco-design was also carried out at the research plant.

The automation of the dyeing process has achieved: reduction of VOC emissions. Social benefits of automation: Combined reduction of urban emissions. Benefits for the company: quality and durable painted products that will be repainted in a much longer time.

A life cycle study has been used to analyse the environmental impact of the modernisation proposal - to convert paper drawings into digital drawings - and results suggest that changing paper drawings into digital drawings reduces the environmental impact by 3 times, in almost all areas of the life cycle.

An eco-design project was carried out at the research plant. A working group was set up, a problem node was selected, ideas were generated and prioritized and a new concept of the node was developed. The unit underwent life cycle assessments before and after eco-design. The results of the life cycle have been aligned and the result shows that, following the eco-design concept, the environmental impact of this node decreases over the course of the year in all areas of the life cycle, with a peak reduction in energy consumption of 79.76%.



## Turinys

<b>Lentelių sąrašas .....</b>	<b>10</b>
<b>Paveikslų sąrašas .....</b>	<b>11</b>
<b>Įvadas.....</b>	<b>12</b>
<b>1. Gamybos įmonių daromas poveikis aplinkai.....</b>	<b>13</b>
1.1. Gamybos įmonių poveikio aplinkai vertinimo svarba.....	13
1.2. Gamybos procesas .....	14
1.2.1. Vienetinė gamyba.....	15
1.2.2. Gamybos įmonių, kuriose metalas naudojamas kaip pagrindinė žaliava problematika aplinkosaugos kontekste .....	16
1.3. Neigiamo poveikio aplinkai mažinimas .....	16
1.3.1. Gamybos tobulinimas.....	18
1.4. Atliekų prevencija gamybos įmonėse.....	20
1.5. Pramonė 4.0 – atliekų susidarymo minimizavimo siekis .....	21
1.6. Atliekų perdirbimas ir pakartotinis naudojimas .....	22
1.6.1. Metalų perdirbimas.....	23
1.7. Teisės aktų analizė.....	24
1.8. Literatūros apžvalgos apibendrinimas .....	27
<b>2. Tyrimo metodologija .....</b>	<b>28</b>
<b>3. Maisto pramonės technologinių įrenginių gamybinės įmonės analizė.....</b>	<b>31</b>
3.1. Technologiniai procesai ir veikiančios gamybiniai įrenginiai .....	32
<b>4. Maisto pramonės technologinių įrenginių gamybos įmonės aplinkosauuginis tyrimas.....</b>	<b>34</b>
4.1. Medžiagų ir energijos balansas .....	34
4.2. Įmonėje veikiančių technologinių įrenginių emisijų apskaičiavimas.....	35
4.3. Tiriamojoje įmonėje susidarančių atliekų analizė .....	40
4.4. Tiriamojoje įmonėje taikomi atliekų tvarkymo ir prevencijos metodai .....	42
<b>5. Tiriamosios įmonės galimybes sumažinti poveikį aplinkai.....</b>	<b>43</b>
5.1. Dažymo proceso modernizavimas.....	43
5.2. Popierinių brėžinių pakeitimas į skaitmeninius.....	45
5.2.1. Būvio ciklo tyrimo eiga .....	45
5.3. Ekologinis projektavimas .....	49
5.3.1. Ekologinio projektavimo objektas tiriamojoje įmonėje .....	51
5.3.2. Pasirinkto gaminio būvio ciklo įvertinimas.....	52
5.3.3. Idėjų generavimas ir idėjų prioritetizavimas .....	53
5.3.4. Naujai sukurtą gaminio aplinkosauuginė analizė ir palyginimas.....	55
<b>Išvados .....</b>	<b>59</b>
<b>Rekomendacijos .....</b>	<b>61</b>
<b>Literatūros sąrašas .....</b>	<b>62</b>
<b>Priedai.....</b>	<b>68</b>
1 priedas. Ekologinio projektavimo „Protų šturmas“ ir įdėjos prioritetizavimas.....	68
2 priedas. Būvio ciklo vertinimo popierinių brėžinių pakeitimui į skaitmeninius išsamesnės tyrimo diagramos.....	70
3 priedas. Vilniaus Gedimino technikos universiteto 23-iosios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas - Lietuvos ateitis“ dalyvio pažymėjimas .....	73

## Lentelių sąrašas

<b>1 lentelė.</b> Teisės aktai .....	24
<b>2 lentelė.</b> Išlakos į aplinkos orą iš patalpoje esančios oro ištraukimo sistemos.....	36
<b>3 lentelė.</b> Išlakos į aplinkos orą iš patalpoje esančios oro ištraukimo sistemos.....	37
<b>4 lentelė.</b> Naudojami suvirinimo būdai analizuojamoje įmonėje.....	37
<b>5 lentelė.</b> Išlakos į aplinkos orą iš patalpoje esančios oro ištraukimo sistemos.....	39
<b>6 lentelė.</b> Apibendrinamoji į atmosferą išmetamų teršalų lentelė .....	40
<b>7 lentelė.</b> Atliekų apibūdinimas .....	41
<b>8 lentelė.</b> „NoName“ skaityklės įvediniai .....	47
<b>9 lentelė.</b> 3000 Popierinių brėžinių įvediniai .....	48
<b>10 lentelė.</b> Būvio ciklo analizės palyginimas po modernizacijos ir iki modernizacijos .....	48
<b>11 lentelė.</b> Pasirinkto ekologinio projektavimo mazgo medžiagiškumo lentelė.....	51
<b>12 lentelė.</b> Ekologiniam projektavimui pasirinkto mazgo po ekologinio projektavimo medžiagiškumo lentelė .....	54

## Paveikslų sąrašas

<b>1 pav.</b> Poveikio aplinkai rūšys [4].....	13
<b>2 pav.</b> Poveikio aplinkai vertinimo etapai [5] .....	14
<b>3 pav.</b> Gamybos kategorijos [11][12][6].....	15
<b>4 pav.</b> Gaminų ekologinio projektavimo klasifikavimas .....	17
<b>5 pav.</b> Būvio ciklo eiga .....	18
<b>6 pav.</b> Vertės kūrimo žemėlapis etapai .....	19
<b>7 pav.</b> Gamybos tiekimo grandinė .....	19
<b>8 pav.</b> Technologinio postūmio principai [40][41] .....	22
<b>9 pav.</b> Tyrimo metodai ir priemonės .....	28
<b>10 pav.</b> Medžiagų ir energijos srautų diagramos pavyzdys [65].....	29
<b>11 pav.</b> Būvio ciklas.....	30
<b>12 pav.</b> Pagrindinė analizuojamos įmonės gaminama produkcija .....	31
<b>13 pav.</b> Srautų sudarymo schema.....	32
<b>14 pav.</b> Nerūdijančio plieno atliekos.....	33
<b>15 pav.</b> Analizuojamos įmonės medžiagų ir energijos balansas .....	34
<b>16 pav.</b> Supresuotos metalo atliekos prieš transportavimą .....	42
<b>17 pav.</b> LOJ išlakų į orą valdymui taikoma kaskadinė aplinkos valdymo sistema su 2 grįžtamaisiais ryšiais ir galimo trikdžio kompensavimu. ....	44
<b>18 pav.</b> Popierinių brėžinių procesu įvediniai ir išvediniai.....	46
<b>19 pav.</b> Skaitmeninių brėžinių procesų įvediniai ir išvediniai .....	47
<b>20 pav.</b> Būvio ciklo analizės sulyginimas iki modernizacijos ir po modernizacijos (proc.).....	49
<b>21 pav.</b> Pasirinktas ekologinio projektavimo objektas.....	52
<b>22 pav.</b> Būvio ciklo tyrimo rezultatai prieš ekologinio projektavimo projektą .....	53
<b>23 pav.</b> Suprojektuotas naujų laikiklių ir apsaugos konceptas.....	55
<b>24 pav.</b> Būvio ciklo tyrimo rezultatai po ekologinio projektavimo projektą .....	55
<b>25 pav.</b> Anglies pėdsakas ir energijos sąnaudos. ....	56
<b>26 pav.</b> Poveikis rūgštėjimo ir eutrofikacijos poveikio kategorijose. ....	57
<b>27 pav.</b> Produkto tapusio atlieka deponavimas (pagal medžiagas, proc.).....	57
<b>28 pav.</b> Būvio ciklo rezultatų palyginimas iki ekologinio projektavimo ir po.....	58

## Įvadas

Sparčiai besivystant technologijoms, gaminių iš metalo pramonė sparčiai auga ir yra viena iš svarbiausių pramonės šakų pasaulyje. Gaminiai iš metalo pasižymi ilgaamžiškumu, tvirtumu, nesudėtingu apdirbimu ir kitomis fizikinėmis savybėmis, kuriomis nepasižymi kitų žaliavų gaminiai. Kaip ir visose pramonės srityse, taip ir gaminių iš metalų pramonėje susidaro išmetimai, gamybinės atliekos ir kita tarša, turinti poveikį aplinkai. Tiriamoji įmonė gamina gaminius ir nerūdijančio plieno AISI304 ir AISI316 markių plienų. Tokio tipo įmonės veiklos metu susidarančios atliekos: daugiausia metalas ir popierius. Darnaus vystimosi programa 12 tikslu „Užtikrinti darnius vartojimo ir gamybos modelius“ siekia sumažinti atliekų susidarymą, taikant prevenciją, mažinimą, perdirbimą ir pakartotinį panaudojimą. Taip siekiama sumažinti gamybinės atliekas remiantis atliekų prevencija ir jos metodais, todėl analizuojamos gamybinės įmonės atliekų susidarymo analizė ir prevencijos galimybės yra aktuali. Vienas iš būdų, kaip sumažinti sunaudojamos metalo žaliavos kiekį, tai didinti medžiagų sunaudojimo efektyvumą. Tam yra tokie būdai kaip švaresnės gamybos projektas ir jo diegimas. Švaresnės gamybos vienas iš tikslų yra atliekų prevencija, o šiam tikslui pasiekti vienas iš būdų yra technologinių procesų ir įrenginių modernizavimas. Šie metodai ne tik padidins sunaudojamų žaliavų efektyvumo koeficientą, tačiau padės sutaupyti žaliavų, kas turės teigiamą įtaką analizuojamai įmonei ne tik ekonominiame, bet aplinkos apsaugos kontekste.

**Darbo objektas** – maisto pramonės technologinius įrenginius gaminančios įmonės veikla.

**Darbo tikslas** – nustatyti maisto pramonės technologinių įrenginių gamybos įmonės veiklos poveikį aplinkai, pritaikant skirtingus poveikio aplinkai mažinimo būdus.

### **Darbo uždaviniai.**

1. Apžvelgti mokslinėje literatūroje analizuojamus gamybos proceso sampratos, poveikio aplinkai vertinimo svarbos ir neigiamo poveikio aplinkai mažinimo skirtingomis priemonėmis aspektus.
2. Išanalizuoti atliekų prevencijos gamybos įmonėse galimybes ir teisinį reglamentavimą.
3. Atlikti pirminį aplinkosauginį tyrimą, technologinių procesų analizę, bei atliekų tvarkymo analizę tiriamojoje maisto pramonės technologinių įrenginių gamybos įmonėje.
4. Pateikti pasiūlymų technologinių procesų modernizavimui, kurie leistų sumažinti įmonės veiklos poveikį aplinkai, ir įvertinti poveikio sumažėjimą.

### **Metodai ir priemonės:**

Mokslinės literatūros analizė;

Įmonės dokumentų analizė;

Teisės aktų analizė;

Aplinkosauginė įmonės analizė;

CCaLC 2 programinė įranga;

Programa Solidworks ir jos papildinys sustainability.

## 1. Gamybos įmonių daromas poveikis aplinkai

Tobulėjančiame pasaulyje daugėja gamybinių įmonių, kurių veikla neša naudą vartotojui, tačiau daro neigiamą poveikį aplinkai. Gamybinių įmonių veikla neigiamai veikia vandenį, aplinkos orą, dirvožemį, gyvūniją, kraštovaizdį, visuomenės sveikatą ir kt. Loose [1], Rogall [2] nurodo pagrindinius aplinkos pokyčius, atsiradusius dėl žalingos aplinkai žmogaus veiklos: klimato kaita; vandens užterštumas ir geriamojo vandens trūkumas; dirvožemio tarša; biologinės įvairovės bei gamtos resursų praradimas; oro tarša. Tarp išvardintų susidarantių aplinkos pokyčių dėl žmogaus veiklos, atsiranda šių pokyčių tarpusavio sąveikos sukeltos problemos. Jų neįmanoma išspręsti atskirai po vieną. Todėl neretai gamybinės įmonės turi ieškoti aplinkosauginių sprendimų, nukreiptų į neigiamo poveikio aplinkai mažinimą, kuris susidarė dėl aplinkos pokyčių sąveikos.

### 1.1. Gamybos įmonių poveikio aplinkai vertinimo svarba

Pagal Lietuvos Respublikos planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo įstatymą [3] poveikis aplinkai – aplinkos pokytis, numatomas dėl planuojamos ūkinės veiklos. Taparauskienės [4] teigimu „bet kuris, palankus ar nepalankus aplinkos pokytis, kurį visiškai arba iš dalies sukelia ūkinė veikla, veiklos metu gaminami produktai arba paslaugos“. Autorė išskiria pagrindinius poveikio aplinkai aspektus, pabrėždama, kad, siekiant sudaryti poveikio aplinkai vertinimą, itin svarbu išsiaiškinti poveikio aplinkai apibūdinimą – nustatyti poveikio aplinkai rūšis (2 pav.). ES Tarybos Direktyvos „dėl tam tikrų valstybės ir privačių projektų poveikio aplinkai vertinimo“ [5] nurodoma, kad, vertinant poveikį aplinkai, turi būti išanalizuotas *tiesioginis* poveikis, taip pat bet koks *netiesioginis*, *antrinis*, *kompleksinis*, *trumpalaikis*, *vidutinio laikotarpio*, *ilgalaikis*, *negrįžtamas*, *grįžtamas*, *teigiamas* ir *neigiamas* vykdomos veiklos poveikis. Tačiau apžvelgiant skirtingų autorių analizuojamą literatūrą pastebima, kad išskiriamos įvairaus pobūdžio poveikių aplinkai rūšys.



1 pav. Poveikio aplinkai rūšys [4]

Negatyviu veiklos poveikiu aplinkai galima įvardinti dirvožemio eroziją, vandens užterštumą ir kt. Priešingai pozityviu – darbo vietų sukūrimą, vietovės pritaikymas gamybiniam poreikiams. Poveikis gali būti faktinis, kai neigiamo poveikio išvengti neįmanoma (buitinės ar pramoninės nuotekos), ir teorinis (potencialus). Potencialus poveikis galėtų pasireikšti, pvz.: cheminių medžiagų išsiliejimo atveju, gaisro ar kitų atsitiktinių (nelaimingų) įvykių metu. Plačiau aprašomi tiesioginis ir netiesioginis poveikiai, kai tiesioginis poveikis suprantamas kaip aplinkos pokyčiai, sąlygojami priežasties ir pasekmės ryšių tarp vykdomos ūkinės veiklos ir aplinkos, pvz.: priežastis – mineralines trąšas padidinamas; pasekmė – dirvožemio derlingumas ir kt. Netiesioginis poveikis – tai pokyčiai,

sąlygojami priežasties ir pasekmės ryšių tarp tiesioginio poveikio ir aplinkos, kurie atsiranda per ištiesią priežasčių – pasekmių grandinę ir dažniausiai pasireiškia tik po tam tikro laikotarpio. Kartais netiesioginis poveikis yra pavojingesnis už tiesioginį; pvz.: gamybinės veiklos sukeliama triukšmo padidėjimas gali būti kenksmingas perintiems paukščiams. Pagal trukmę autorė taip pat išskiria trumpalaikį (pvz.: statybų metu teršiamas oras), periodinį (pvz.: sezono metu naudojami pesticidai), ilgalaikį/pastovų (nuotekos), pagal mastą: regioninį (vertinamas vietinis planuojamas ūkinės veiklos poveikis aplinkai) ir valstybinį (analizuojami plataus masto poveikiai atliekant strateginių planų ir programų poveikio aplinkai vertinimą poveikį aplinkai).

Minėtame Lietuvos Respublikos planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo įstatyme [3] poveikio aplinkai vertinimas įvardijamas kaip konkrečios planuojamos veiklos potencialaus poveikio aplinkai numatymas, apibūdinimas ir įvertinimas. Šiuo procesu siekiama užtikrinti, kad atsakinga institucija disponuotų informacija apie galimą vykdomos veiklos poveikį aplinkai ir šio poveikio mažinimo galimybes. Remiantis prieš tai minėta ES Tarybos Direktyva „dėl tam tikrų valstybės ir privačių projektų poveikio aplinkai vertinimo“ [5] poveikio aplinkai vertinimą sudaro pagrindiniai trys etapai (1 pav.):

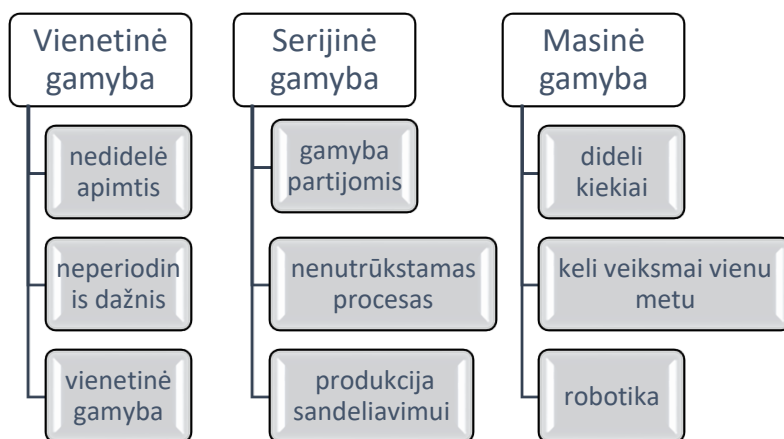


**2 pav.** Poveikio aplinkai vertinimo etapai [5]

## 1.2. Gamybos procesas

Anot V. Zinkevičiūtės, A. V. Vasiliausko, [6] gamybos procesas – tai gamybos faktorių sujungimas, kuris leidžia sukurti tam tikrą produkciją, siekiant ją parduoti. Tobulėjanti pramonė pertvarkė gamybos procesą: nuo gamybos metodų, kurie buvo daugiausiai pritaikomi rankiniu būdu, iki sudėtingų automatinių procesų, kurie reikalauja mažai žmogaus pastangų. Tačiau atsirandant automatizuotiems gamybiniais procesams, technologiniams įrenginiams, atsiranda iš jų poveikis aplinkai. Todėl Dale, Fardo [7] teigimu, gamybiniai procesai yra nuolat automatizuojami ir modernizuojami, siekiant ne tik geresnės kokybės ir didesnio darbo našumo, bet ir sumažinti jų daroma poveikį aplinkai. S. Wang [8] teigia, kad gamyba yra dalis didesnės schemos, žinomos, kaip operacijos. Čia „operacijos“ apima sistemas, kurios reikalingos, kad darbas būtų atliktas. Tai apima paslaugas, susijusias su gamyba ir tiekimu. Gamybos procesą analizuojanti Stungurienė [9] pateikia penkis esminius etapus: naujo produkto kūrimas, investicijų nustatymas, aprūpinimas žaliavomis, gamybos procesas, pagamintos produkcijos pardavimas. Kiekviename etape, analizuojant įmonės efektyvumą, yra sprendžiami jam būdingi valdymo uždaviniai. Tokia yra atskirų įmonės gamybos etapų valdymo esmė. Giedraitis [10] teigia, kad visų gamybos procesų bendras uždavinys – priimti tinkamiausius sprendimus, kaip efektyviai panaudoti turimus išteklius, įvertinus, kad jie yra riboti.

B. Martinkus, G. Vaičiūnas ir R. Venskus [11] gamybą skirsto į tris kategorijas (1 pav.): 1) vienetinė gamyba. Šią gamybą galima apibūdinti kaip skirtingų rūšių gaminių gaminimą. Gaminių apimtis nėra didelė, o dažnis neperiodinis/vienkartinis. Šis procesas pasižymi unikalių arba kitaip vienetinių gaminių gamyba. Venskaus [12] teigimu, vienetinė gamyba ypatinga tuo, kad galima gaminti eksperimentinius gaminius, naudojami universalūs įrenginiai, reikalinga kvalifikuota darbo jėga 2) serijinė gamyba. Pagrindinės gaminio rūšies įvairių variantų gaminimas partijomis. Būdingas nutrūkstamo proceso nuolatinis pasikartojimas. Pasak Zinkevičiūtės ir Vasiliausko [6], serijinė gamyba ypatinga tuo, kad produkcija naudojama sandėliavimui, reikalingi specializuojami įrenginiai. Taikant šią gamybą rekomenduojama planuoti kalendorinį gamybos grafiką; 3) masinė gamyba. Maksimaliai panašios gaminių rūšies gamyba dideliais kiekiais. Proceso metu yra garantuojamas aukščiausias technologinis/organizacinis lygis. Remiantis Martinkaus ir kt. [11] nuomone, masinės gamybos darbo vieta įrengta vienam ar keliems veiksams atlikti; siekiama visus gamybos veiksmus atlikti našiai; procesuose plačiai naudojama robotika; galima samdyti nebūtinai aukštos kvalifikacijos darbuotojus.



3 pav. Gamybos kategorijos [11][12][6]

### 1.2.1. Vienetinė gamyba

Pasirinkta, nagrinėjama maisto pramonės technologinių įrenginių gamybos įmonė užsiima vienetine gamyba. Vienetinė gamyba – užsakomųjų/nestandartinių prekių gamyba. Šie gaminiai yra nedideli ir atliekami vienetinės gamybos įmonėse (pavyzdžiui, pagal užsakymą pagaminamas įrengimas). Vienetinės gamybos įmonėje visi įrenginiai išdėstyti pagal procesą. Vadinasi, įrenginiai, atliekantys tas pačias ar panašias operacijas, grupuojami, o gaminys juda iš vienos vietos į kitą. Pagrindiniai kokybę numatantys elementai yra universalūs įrenginiai ir kvalifikuotas personalas.

Jančiauskas [13] vienetinę gamybą apibūdina kaip procesą, kai gaminami skirtingo tipo gaminiai, kiekvieno gaminio gamybos apimtys nedidelės. Tie patys gaminiai per metus nesikartoja arba gali kartotis neperiodiškai. Taip gaminami unikalūs gaminiai, naudojami universalūs įrenginiai ir kvalifikuota darbo jėga.

Gamybos kategorijas nagrinėjantys Zinkevičiūtė ir Vasiliauskas teigia, kad vienetinės produkcijos gamintojai ekonomiškai tvarko atsargas [6]. Tokios įmonės neturi pagamintų prekių atsargų, bet susiduria su kitomis problemomis. Gaminant nedidelį kiekį, didėja prekių savikaina. Specialūs įrenginiai čia dažniausiai ne visai panaudojami, o tarp operacijų sekų gaišamas laikas, vadinasi, bendra gamybos trukmė ilgėja.

### **1.2.2. Gamybos įmonių, kuriose metalas naudojamas kaip pagrindinė žaliava problematika aplinkosaugos kontekste**

Šileika ir Žičkienė [14] teigia, pasaulio bendrija orientuojasi į aplinką tausojančią ekonomikos plėtrą, derinančią gamybos augimo ir aplinkos apsaugos interesus. Baltrėnas [15], analizuodamas atliekų rūšis, teigia, kad tai priklauso nuo skirtingų pramonės šakų. Pavyzdžiui, lengvojoje pramonėje daugiausia susidaro pluošto, metalo, plastiko, gumos atliekos; chemijos pramonėje (ne)organinių chemikalų stiklo, tepalų, skiediklių ir kt. atliekos; metalurgijoje – metalo, keramikos atliekos, tirpikliai, aušinimo skysčiai ir kt. Gaminių iš metalo pramonė yra laikoma viena iš svarbiausių pramonės sektoriuje. Gaminiai iš metalo yra vieni iš svarbiausių elementų ir kitose pramonės šakose. Daugelis Lietuvoje veikiančių pramonės šakų naudoja technologinius įrengimus, kurie dažniausiai pagaminti iš skirtingų markių metalų. Metalų gaminių pramonės šaka užima pagrindinę vietą daugelyje išsivysčiusių ir ekonomiškai augančių šalių pramonės statistikoje. Metalų apdirbimo gamyba skirstoma į keletą rūšių: pagrindinių metalų gamyba; metalo gaminių, išskyrus mašinas ir įrenginius, gamyba; kompiuterinių, elektroninių ir optinių gaminių gamyba; niekur kitur nepriskirtų mašinų ir įrangos gamyba; variklinių transporto priemonių, priekabų ir puspriekabių gamyba; kitų transporto priemonių ir įrangos gamyba.

Metalo ir metalo gaminių gamybos pramonės sektorius pasižymi itin aukštu investicinio kapitalo intensyvumu (investicijos į apdirbimo technologijas yra labai didelės ir ilgalaikės) bei dideliu energijos išteklių naudojimo intensyvumu (energijos sąnaudos gali sudaryti iki 40% metalo ir metalo gaminių pramonės produkcijos kaštų struktūroje). Metalų pramonė Lietuvoje yra tiesiogiai priklausoma nuo importuojamos žaliavos (metalo). Jucevičiaus [16] teigimu, kadangi Lietuvoje nors ir yra metalo iškasenų, tačiau jos dėl tam tikrų ekonominių ir kraštovaizdžio aspektų nėra išgaunamos. Dažniausiai susidarančios atliekos metalo apdirbimo pramonėje – metalo drožlės, aušinimo skystis, kitos metalo atliekos. Tačiau pabrėžtina yra tai, kad metalą kaip žaliavą naudojančių įmonių veikloje reikalingos didelės energijos sąnaudos ir tai daro neigiamą poveikį aplinkai. Remiantis Europos parlamento ir tarybos direktyva 2009/125/EB „nustatančia ekologinio projektavimo reikalavimų su energija susijusiems gaminiams nustatymo sistemą“ [17] galima teigti, kad su energija susiję gaminiai sunaudoja didelę suvartojamų gamtinių išteklių ir energijos dalį.

### **1.3. Neigiamo poveikio aplinkai mažinimas**

Atlikus poveikio aplinkai vertinimą, gamybos įmonė numato neigiamo poveikio aplinkai mažinimo būdus. Tam, kad būtų nustatomas poveikis aplinkai, įmonėse diegiama naujovė (modernizuojamas tam tikras procesas), tada tam tikromis priemonėmis nustatoma, kaip pasikeitė įmonės poveikis aplinkai įdiegus naują procesą, įrengimą, modelį. Vienas iš būdų nustatyti, kaip diegiama naujovė pasiteisins, t.y. koks bus poveikis aplinkai įdiegus patobulinimą – ekologinis projektavimas. Remiantis Europos parlamento ir tarybos direktyva 2009/125/EB [17] galima pastebėti, kad didžioji dauguma ES rinkoje esančių gaminių kategorijų pasižymi labai skirtingu poveikio aplinkai lygiu, nors turi panašų funkcinį naudingumą. Siekiant tvaraus vystymosi reikia skatinti nuolatinį tų gaminių bendro poveikio aplinkai gerinimą, pirmiausia nustatant neigiamo poveikio aplinkai pagrindinius šaltinius ir vengiant taršos pernešimo. Pasitelkiant ekologinį projektavimą, būtų galima tobulinti daugumą su energija susijusių gaminių, siekiant sumažinti poveikį aplinkai ir sutaupyti energijos. Ekologinis projektavimas leidžia optimizuoti gaminių aplinkosauginį veiksmingumą ir išlaikyti jų funkcines savybes, tai atveria naujas galimybes gamintojams ir vartotojams. Anot Varžinsko, [18] ekologinis gaminių projektavimas gali būti įvardijamas kaip koncepcija, pagrįsta būvio ciklo



požiūriu. Ši koncepcija užtikrina kiek įmanoma ilgesnę gaminio naudojimo trukmę ir vėlesnį jo medžiagų pakartotinį panaudojimą arba perdirbimą. Autorius pateikia pavyzdį: „gaminiai pagaminti sunaudotų medžiagų kiekį sumažinus perpus, o gaminio naudojimo trukmę ir medžiagų pakartotinį naudojimą tuo pačiu metu du kartus padidinus, gaminių išteklių naudojimo efektyvumas padidėtų apie dešimt kartų.“ Siekiant sumažinti poveikį aplinkai, gaminių ekologinis projektavimas gali būti klasifikuojamas į keturis kategorijas (4 pav.).



**4 pav.** Gaminių ekologinio projektavimo klasifikavimas

Varžinskas [19] analizuodamas ekologinio projektavimo koncepciją pateikia, kad gaminio tobulinimas apima dalinius gaminių pakitimus esamoje rinkoje, nepakeičiant gaminio ar gamybos technologijos (poveikį aplinkai galima sumažinti 20 – 30 procentų). Gaminio modifikavimo metu esama gaminio koncepcija išlieka nepakitusi, tačiau atskiri gaminio komponentai tobulinami ar keičiami, naudojamos aplinkai mažiau kenksmingos medžiagos, suteikiamos galimybės lengviau perdirbti gaminį, sumažintas energijos sunaudojimas per visą būvio ciklą (poveikį aplinkai galima sumažinti 50 procentų). Funkcijos inovacijos metu keičiamas gaminio funkcijos atlikimo būdas, pvz., gaminiai keičiami į paslaugas (taip poveikį aplinkai galima sumažinti 1 kartą.). Sistemos inovacija tai, kai visa gaminio technologinė sistema pakeičiama nauja sistema (poveikį aplinkai galima sumažinti 2 kartus). Pagrindinės gaminių ekologinio projektavimo koncepcijos atsiradimo prielaidos: taršos prevencija, ekoeфекtyvumas, švaresnė gamyba ir būvio ciklo požiūrio atsiradimas bei taikymas praktikoje.

Uluer [20] teigimu, naudojant būvio ciklo analizę nustatomi potencialūs aplinkos pokyčiai, tai leidžia ieškoti mažiau aplinkai kenksmingų gamybos ir veiklos būdų. Rebitzer et al. [21] būvio ciklo vertinimą apibūdina kaip metodologinę struktūrą, kurios taikymo metu apskaičiuojamas ir įvertinamas poveikis aplinkai (klimato kaita; stratosferos ozono sluoksnio plonėjimas; troposferos ozono didėjimas; eutrofikacija; rūgštėjimas; toksikologinis stresas žmogaus sveikatai taip pat ekosistemoms, išteklių eikvojimas), kuris atsirado tam tikro produkto ar proceso ciklo metu. Būvio ciklas taikomas tada, kai norima sužinoti ne tik dabartyje vykstančius gaminio gamybos procesus (poveikį aplinkai), bet ir tai, kas vyko praeityje ir ateityje. Baumann ir Tilman [22] teigimu, taikant šį metodą galima nustatyti ne tik esamą poveikį aplinkai, tačiau ir galimą naudą pasirenkant mažiau kenksmingus gamybos bei eksploatavimo metodus. Uluer [20] pabrėžia, kad vertinamą produkto būvio ciklą sudaro penki žingsniai (5 pav.): žaliavų apdorojimas, produkto elementų gamyba, paskirstymas, produkto eksploatavimas, nebetinkamo naudoti produkto utilizavimas arba perdirbimas.



5 pav. Būvio ciklo eiga

### 1.3.1. Gamybos tobulinimas

Maisto pramonės technologinių įrenginių gamybos įmonėse gamybos procesas esminė įmonės veiklos dalis, kurios efektyvumas lemia veiklos sėkmę. Tinkamai organizuojant gamybos procesą, jį tobulinant ne tik auginamas pelnas, trumpinamas gamybos laikas, bet ir mažinamas brokas, sunaudojamų žaliavų ir susidarančių atliekų kiekis, o iš viso to didžiausia siekiamybė tai kaip įmanoma daugiau sumažinti poveikį aplinkai. Gamybos įmonėse gamybos tobulinimui didžiausią įtaką turi efektyvesni technologiniai sprendimai. Įmonės, besirūpinančios veiklos efektyvumu ir gamybos tobulinimu, siekia veiklos procesuose diegti naujus sprendimus. Diegiami sprendimai turi būti sudaryti atsižvelgiant į ekonominius, ekologinius, darbo našumo, kokybės ir mažesnio poveikio aplinkai aspektus.

Šiomis dienomis plačiai naudojamą *Lean* vadybos sistemą pristatydamas Mann [23] pateikia, kad ją sudaro disciplina, kasdienės praktikos/įrankiai, kurie reikalingi nustatyti ir išlaikyti nuolatinį bei intensyvų dėmesį proceso metu. Piercy [24] teigimu, *Lean* vadovaujasi šiais pagrindiniais principais: vertė, vertės grandinė, tėkmė, traukimas ir tobulinimas. Šiame poskyryje aptariamos *Lean* vadybos proceso dalys (vertės kūrimo žemėlapis; tiekimo grandinė, 5S modelis), kurias gamybinės įmonės taiko siekiant tobulinti veiklą, kurios viena iš pasekmių švaresnė, ekologiškesnė gamyba:

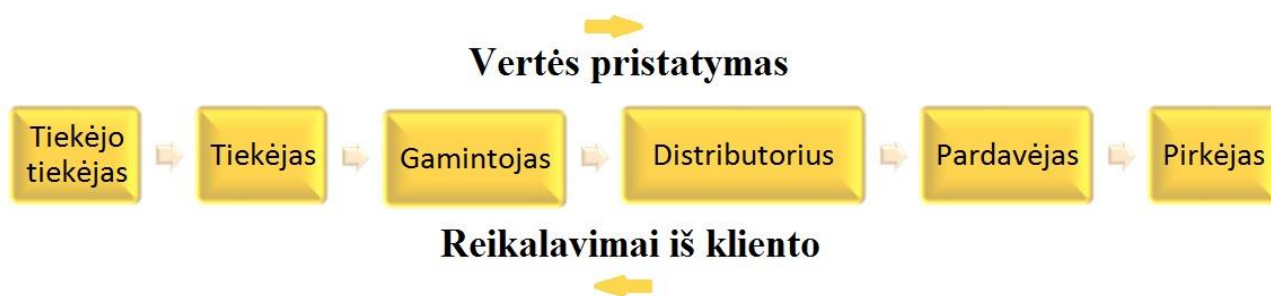
- **Vertės kūrimo žemėlapis** – gamybos metodas, skirtas gamybos proceso metu analizuoti proceso metu vykstantiems medžiagų ir informacijos srautams. Vertės kūrimo žemėlapis rodo įmonės kuriamą vertę nuo produkto užsakymo ir jo pateikimo. Šis metodas gali būti naudojamas bet kokiam tobulinamam procesui analizuoti. Vertės kūrimo žemėlapis susideda iš penkių etapų. (2 pav.). Pirmojoje ši metodą pradėjusioje naudoti įmonėje „Toyota“ vertės kūrimo žemėlapis buvo vadinamas medžiagų ir informacijos srautų žemėlapiu, jame atskirai parodoma, kaip juda medžiagos ir perduodama informacija.



6 pav. Vertės kūrimo žemėlapis etapai

Pastebėjus švaistymą, didesnę atliekų susidarymą gamybos procese kyla poreikis tai pašalinti. Siekiant ilgalaikės naudos reikia tinkamai pasiruošti ir planuoti. Šiuo metu plačiai naudojama Lean gamybos valdymo sistema gamybos procesų tobulinimui naudoja vertės kūrimo žemėlapi.

- **Tiekimo grandinės** sudarymas gamybos procesų tobulinimo būdas, siekiant didinti darbo našumą (3 pav.). Lu [25] teigia, kad tiekimo grandinė yra dalyvaujančių grupių, kurios prideda vertę prie srovės, kurioje transformuojami resursai į galutinius produktus arba paslaugas, kurios reikalingos klientui. Tiekimo grandinę Reiner [26] vadinama sisteminiu priėjimu prie daiktų valdymo, pradedant nuo grynios žaliavos, per gamintojus ir iki galutinio kliento. Iš čia galima suprasti, kad tiekimo grandinė kuriama ne vien dėl žaliavos parūpinimo. Zinkevičiūtė [6] teigia, kad tiekimo grandinė – tai tiesiogiai ar netiesiogiai su užsakovo išsakytu poreikiu įgyvendinimu susijusių subjektų visuma.



7 pav. Gamybos tiekimo grandinė

Christopher [27] nustatinėdamas tiekimo grandinės principą pateikia tiekimo grandinės suvokimą kaip sujungtų ir tarpusavyje susijusių organizacijų tinklą, bendrai valdantį, kontroliuojantis bei tobulinantis medžiagų ir informacijos srautus nuo tiekėjų iki vartotojų. Tiekimo grandinė pramonės įmonėse sudaroma daugeliu būdu: valdo prieinamumą prie žaliavų, kurios reikalingos procesams, kainas, gaminamų objektų pelningumą, įmonės gamybinę infrastruktūrą, būdus, kuriais įmonės bendrauja su savo tiekėjais. Kaip teigia J.

Ayers [28] tiekimo grandinė didina konkurencingumą, tobulina vidinius ir išorinius organizacijos ryšius, mažina žaliavų panaudojimą, skatina ekologiškumą.

- Krajewski ir kt. [29] tikina, kad tinkamai paruošta darbo aplinka gamybinėms įmonėms padeda pasiekti ir išlaikyti kokybiškus darbo rezultatus. **5S metodo** taikymas padeda išnaudoti darbo erdvę, tobulinti veiklos procesus. 5S metodas (*japoniškai: seiri, sinton, sieson, seiketsu, shitsuke*) remiasi penkiais pagrindiniais principais (4 pav.): rūšiavimas, tvarkymas, išvalymas, standartizavimas, palaikymas. Šio metodo taikymas gamybinėje įmonėje sąlygoja aukštesnio lygio tvarką. Rūšiavimo etape darbo aplinkoje turi būti pašalinami nereikalingi daiktai (atsargų perteklius, nenaudojami įrengimai ir kt.). Reikėtų gilintis ne tik į materialią aplinką, bet ir nereikalingus procesus, kurie apsunkina gamybinę veiklą. Tvarkymas arba tvarkos palaikymas, taip pat išvalymas arba švara darbo aplinkoje gali sumažinti darbo priemonių paiešką darbo vietoje, sumažina tikimybę įvykti incidentams. Standartų laikymasis sumažina riziką atsirasti žmogiškoms klaidoms darbo procesuose. Anderson [30] 5S tapatina su organizacijos kultūra ir, jeigu šio metodo laikomasi, didinama gamyba, gerinama kokybė ir saugumas, mažinami nuostoliai, auginamas pelnas, trumpėja prekės pagaminimo laikas. Autorius pabrėžia, kad šios sistemos taikymas bus efektyvus tik tada, kai įmonė suvoks šio metodo taikymo esmę ir sieks veiklą padaryti efektyvesne/sieks veiklos tobulinimo.

#### 1.4. Atliekų prevencija gamybos įmonėse

Valstybinėje atliekų prevencijos programoje [31] nurodomos pramonės įmonėse taikomos atliekų prevencijos priemonės, kurios yra svarbios gaminių projektavimo, gamybos ir platinimo etapuose: 1) taršos integruota prevencija ir kontrolė – priemonė, skatinanti švaresnių technologijų diegimą.; 2) gamtos išteklių taupymo ir atliekų mažinimo planai. Veiklos vykdytojai turi parengti ir įgyvendinti bendrą aplinkosaugos veiksmų planą, numatant gamtos išteklių taupymo, atliekų mažinimo ir kitas taršos prevencijos priemones.; 3) švaresnės gamybos ir atliekų prevencijos projektų skatinimas.; 4) ekologinis gaminių projektavimas – efektyvi atliekų prevenciją skatinanti priemonė, kurios metu produktų kūrimui taikoma būvio ciklo analizė ir užtikrinamas sistemingas aplinkos apsaugos reikalavimų taikymas gaminių kūrimo metu.; 4) kenksmingų medžiagų ribojimai. Teisės aktų nustatyta tvarka kenksmingų medžiagų kiekis yra ribojamas pakuotėse, elektros ir elektroninėje įrangoje, transporto priemonėse, baterijose ir akumuliatoriuose.; 5) aplinkos vadybos sistemos. Diegiant šias sistemas įmonės ieško galimybių įgyvendinti atliekų prevencijos priemones arba užtikrinti, kad tvarkant atliekas bus laikomasi atliekų tvarkymo prioritetų eiliškumo.; 6) Kitos atliekų prevenciją skatinančios priemonės. Lietuvos Respublikos ministro įsakymas dėl valstybinės atliekų prevencijos programos nurodo, kaip taikyti prevenciją įmonėse, kokius metodus naudoti, kokios yra paramos ir kokių rezultatų tikimasi. Atliekų prevencija yra pagrindinis atliekų tvarkymo politikos tikslas. Nors iki šiol atliekų prevencijos įgyvendinimui skiriamas dėmesys buvo nepakankamas, tačiau tam tikros atliekų prevencijos priemonės Lietuvoje buvo ir (ar) yra taikomos. Pagal šį įsakymą tikslui „Siekti, kad augant pramonei ir ekonomikai, gamybos, statybos ir kitos ūkinės veiklos sektoriuose atliekų susidarymas augtų lėčiau, o susidarančių atliekų kiekis neviršytų Europos Sąjungos valstybių narių vidurkio“ yra taikoma priemonė „teikti finansinę paramą mažaatliekių, inovatyvių ir efektyvių technologijų, leidžiančių taupiau naudoti gamtos išteklius ir vengti atliekų susidarymo, švaresnės gamybos ir atliekų prevencijos projektų diegimui“ atsižvelgus į šią finansinę paramą, įmonė turėtų didelę naudą. Ši parama leistų modernizuoti įmonės gamybos procesus bei sutaupyti išteklius kurie reikalingi gamybai.

Šiame skyriuje pateikiamos atliekų prevencijos priemonės remiantis atliekų susidarymo minimizavimu, atliekų perdirbimu ir pakartotiniu panaudojimu gamybinėse įmonėse. Įprastai atliekos suprantamos kaip tarša, vienas iš gamybos įmonės veiklos tikslų tampa užtikrinti, kad atliekos nesusidarytų. Tačiau prieš pateikiant galutinį produktą vartotojui, gaminys susiduria su gamybiniais procesais, kuriuose atliekos neišvengiamai susidaro.

Atliekos gali būti ne tik taršos, bet ir panaudojamos žaliavos šaltinis. Vadinasi, atliekų prevencija ne tik pastangos užtikrinti atliekų nesusidarymą, šis teiginys gali būti suprantamas kaip atliekų perdirbimas, pakartotinis naudojimas, utilizavimas.

### **1.5. Pramonė 4.0 – atliekų susidarymo minimizavimo siekis**

Remdamasi Juknio [32] nuomone galima teigti, kad ES atliekų tvarkymo būdų hierarchija nurodo, kad tinkamiausias būdas tvarkytis su atliekomis – siekti išvengti atliekų, kiek galima sumažinti jų susidarymo kiekį, siekti antrinių žaliavų panaudojimo. Ketvirtoji pramonės revoliucija arba „Pramonė 4.0“ Vadapalas [33] „Industrie 4.0“ apibūdina kaip prekinį ženklą, sugalvotą vokiečių naudojamas daugelyje šalių) – pasaulyje plintanti tendencija kurti ir diegti inovatyvias technologijas įvairiuose pramonės, gamybiniuose procesuose. Taip siekiama didinti įmonių efektyvumą, konkurencingumą, sumažinti taršą. Daugumoje gamybos įmonių vienas pagrindinių taršos šaltinių – popierius (t.y. nebenaudojami brėžiniai, dokumentai ir kt.). Tam, kad sumažintų tokių atliekų susidarymą, vienas iš prevencijos būdų šiuos dokumentus kiek įmanoma daugiau skaitmenizuoti. Šia tema 2016m. atliktas tyrimas „A life cycle assessment of e-books and printed books in South Africa“ [34]. Tyrimo metu buvo lyginamas aplinkosauginis poveikis ir bendras energijos poreikis 21 universiteto vadovėliui, skaitomam kaip elektroninė knyga, skaitmeninės sistemos būdų su tomis pačiomis knygomis popieriniu variantu. Tyrime naudojama *ReCiPe midpoint* metodika, gauti rezultatai: spausdinimas gali turėti mažesnę poveikį aplinkai nei skaitmeninė sistema gėlo vandens eutrofikacijai, gėlo vandens ekotoksiškumui, jūrų kategorijų ekotoksiškumui ir metalų išsekimui. Moberg [35] gilindamasis į skaitmeninę sistemą pabrėžia, kad ši sistema turi mažesnę poveikį klimato kaitai, ozono sluoksnio mažėjimui, sausumos rūgštėjimui, jūrų eutrofikacijai, žmogaus toksiškumui, fotocheminių oksidantų susidarymui, kietųjų dalelių susidarymui, sausumos ekotoksiškumui, jonizuojančiosioms spinduliuotėms, žemės ūkio paskirties žemės okupacijai, miesto žemės okupacijai, natūralaus žemės transformavimuisi, vandens išekvojimui ir iškastinio kuro išekvojimui. Tyrimo rezultatai rodo, kad spausdintų knygų globalinio atšilimo potencialas yra apie 251% didesnis nei skaitmeninių knygų.

Luthra, Mangla [36] pastebi, kad Pramonės 4.0 principų naudojimas gali turėti įtakos prieš tai minėtos tiekimo grandinės veiklai, verslo procesams bei modeliams skaitmenizavimo įtakos tiekimo grandinei kontekste. F. Schlüter [37] teigimu, skaitmenizavimas išvystys naujas tendencijas gamybinių įmonių veikloje. Gamybos skaitmenizavimui taip pat yra svarbus ir tiekimo modernizavimas, tobulinant atliekų prevenciją įmonėse, reikėtų atsižvelgti į tiekimo grandinės procesus.

Kaip teigia Lasi ir kt. [38], pramonė yra visuotinės ekonomikos dalis, gaminanti materialines prekes, kurios yra mechanizuojamos ir automatizuojamos. Pagal Ungerman [39], gebėjimas diegti inovacijas tampa daugelio įmonių sėkmės faktoriumi, dėl to turi tobulėti ir keistis ne tik technologijos, bet ir gamybos įmonių mąstymas. Pramonėje inovatyvios technologijos pradeda jungtis prie vertės kūrimo, dėl to galima numatyti technologinio postūmio principus (4 pav.):



**8 pav.** Technologinio postūmio principai [40][41]

- Skaitmeninimas. Lee ir Kao [40] apibūdina produktus, kaip informacijos nešėjus, kurie yra sujungti ir su kitais produkto moduliais ir gamybos procesu. Visa tai yra varomosios dedamosios, naujoms technologijoms kaip simuliacijos, kibernetinė apsauga, papildyta realybė.
- Automatizacija. Gamybinio darbo procesuose naudojama vis daugiau techninės pagalbos, kuri palengvina fizinį darbą. Automatizavimo procesai prisitaikys prie įvairių operacijų. Strandhagen [41] teigia, kad automatizavimas turi įtakos transportavimui optimizuojant gamybos procesus be žmogaus pagalbos.
- Miniatiūrizacija. Šiuo metu gamybos įmonėse siekiama miniatiūrizacijos. Prieš keletą metų tam, kad būtų įmanoma valdyti robotiką, valdikliai ir kompiuteriai užimdavo daug erdvės darbo vietose, dabar kompiuteriai su efektyviais greičio ir atsakomumo parodymais yra kompaktiškesni.

F. Shrouf et al. [42] pastebi, kad keičiantis ekonomikai ir socialiniam požiūriui į ekologiją, būtina resursų valdymą keisti į tvaresnį. Esminis organizacijų tikslas turėtų būti efektyviau valdyti resursus ekonominiu ir ekologiniu atžvilgiu. Vienas iš pagrindinių analizuojamos įmonės atliekų – popierius. Technologinio postūmio principas – skaitmeninimas prisidėtų prie šių atliekų minimizavimo.

### **1.6. Atliekų perdirbimas ir pakartotinis naudojimas**

Kaip teigia Pongrácz at al. [43], atliekų tvarkymas – tai atsakas į patį atliekų susidarymą, susidedantis iš jų kaupimo, transportavimo, panaudojimo, šalinimo, įskaitant šių procesų kontrolę ir pašalintų atliekų poveikio vertinimą. Tam, kad atliekų tvarkymas būtų tikslingas ir veiksmingas, yra formuojama atliekų tvarkymo politika. Kaip teigia M. Hyman [44], atliekų tvarkymo politika gali būti suvokiama kaip tam tikrų principų, tikslų, koncepcijų ir pasirinktų politikos priemonių visuma, apimanti atliekų prevenciją/minimizavimą, tvarkymo hierarchiją, gaminių gyvavimo ciklą, išteklių efektyvumą, saugų aplinkos tvarkymą. Autoriai Wilson&Velis 2015 [45] teigia, kad atliekų tvarkymo politiką sudaro pavienių atliekų surinkimas, rūšiavimas, perdirbimas ir panaudojimo sistemų kūrimas ir plėtra, taip pat tokių sričių kaip sąvartynų plėtra ar jų naikinimo, naujų atliekų tvarkymo technologijų diegimo, bendros atliekų tvarkymo infrastruktūros eksploatavimo ir administravimo kontrolė.

Lietuvos atliekų tvarkymo įstatymas [46] pateikia tokius atliekų tvarkymo ir perdirbimo apibrėžimus:

**atliekų tvarkymas** – atliekų surinkimas, vežimas, naudojimas ir šalinimas, šių veiklų organizavimas ir stebėseną, šalinimo vietų vėlesnė priežiūra įskaitant, kai minėtus veiksmus atlieka prekiautojas atliekomis ar tarpininkas.;

**atliekų perdirbimas** – atliekų naudojimo veikla, kai atliekas sudarančios medžiagos perdirbamos į tos pačios ar kitos paskirties produktus ar medžiagas. Ši veikla apima organinių medžiagų perdirbimą, tačiau neapima naudojimo energijai gauti ir perdirbimo į medžiagas, kurios turi būti naudojamos kaip kuras ar užpildas.

Atliekų tvarkymo įmonė „Žalvaris“ [47] gamybinės atliekas apibrėžia kaip žaliavų ir kitų materialinių išteklių, susidarantių produkcijos gamybos procese, likučius, visiškai arba iš dalies praradusius pirmines vartojimo savybes - chemines ar fizines.

Atliekų tvarkymo centras [48] pateikia nurodymus įmonėms, kurių veikloje susidaro gamybos atliekos. Įmonės privalo jas atskirti susidarymo vietoje, nemaišyti su kitomis atliekomis ir pristatyti į šių atliekų tvarkymo vietas. Atliekos gali būti pristatomos sutvarkymui pačios įmonės arba jas gali pristatyti pasirinktas atliekų tvarkytojas. Gamybinės atliekos priimamos didelių gabaritų atliekų surinkimo, kompostavimo aikštelėse, sąvartynuose, inertinių atliekų apdorojimo aikštelėse su asbesto šalinimo sekcija.

Dauguma metalą, kaip žaliavą naudojančių įmonių Lietuvoje, atliekamą metalą gabena į metalo supirktuves, kur ši atlieka eksportuojama į kitas šalis perdirbimui. Atliekų tvarkytojo valstybės registro duomenimis [49] Lietuvoje šiuo metu metalo perdirbimo veiklą vykdo 48 įmonės, tačiau gamybinėse įmonėse atliekamas nerūdijantis plienas jose nėra perdirbamas. Daugelis įmonių atlieka pakartotinį panaudojimą arba metalo apdirbimą. Surenkami metalo gaminiai yra apdirbami ir pritaikomi naujiems poreikiams.

### 1.6.1. Metalo perdirbimas

Gedge [50] pateikia nerūdijančio plieno sudėtį. Nerūdijančio plieno sudėtyje yra apie 11 % chormo, įvairūs nerūdijančio plieno tipai apima pokyčius sudėtyje ir juose yra anglies (nuo 0,03% iki daugiau kaip 1,00%), azoto, aliuminio, silicio, sieros, titano, nikelio, vario, seleno, niobio ir molibdeno elementų.

Z. Huaiwei, H. Xin [51] nurodė, kad gaminant nerūdijantį plieną, pagaminant 3 tonas žaliavos gaunama 1 tona atliekų. Tai yra kritiškai didžiuliais skaičiais susidarantių atliekų ne tik dėl prarandamos žaliavos kiekio, bet ir dėl kartu su atliekomis gaunamu cheminių kenksmingų cheminių elementų, tokių kaip: chromas, švinas, nikelis, kadmis, kurie gali kelti pavojų tiek darbuotojų sveikatai, tiek ir aplinkai. Nerūdijančio plieno atliekos paprastai yra paskiriamos į dvi pagrindines kategorijas: iš nerūdijančio plieno gamybos gaunamas šlakas ir dulkės. Nerūdijančio plieno gamybos metu kaip atlieka virtęs šlakas paprastai gali būti naudojamas kaip cemento klijai ir kelio dangos medžiagos po stabilizavimo / kietėjimo proceso arba kitų metodų.

Rutkovienė [52] pastebi, kad metalo perdirbimas, lydymas turi įtakos rūgščiųjų lietu susidarymui. Metalo perdirbimo metu į atmosferą išmetami sulfatai ir nitratai, kurie grįžta atgal rūgščiųjų lietu pavidalu, padarydami didžiulį nuostolių aplinkai ir kenkdami žmonių sveikatai. Krentant rūgščiajam

lietui, oro tarša pereina į kitas aplinkos terpes. Aplinkos oro savaiminis valymosi procesas yra daug spartesnis nei vandens ar dirvožemio, todėl tokie lietūs sudaro ciklą, per kurį vanduo ir dirvožemis nebeišsivalo.

### 1.7. Teisės aktų analizė

Lietuva dalyvauja darnaus vystymosi tikslų programoje. Europos komisijos duomenimis [53] iš 17 Darnaus vystymosi tikslų, susidedančių iš 169 uždavinių, Lietuva išskyrė 43 prioritetinius uždavinius. Lietuvoje Darnaus vystymosi tikslų įgyvendinimą kuruojanti Aplinkos ministerija drauge su kitomis valdžios institucijomis iš šių 43 uždavinių išskyrė ir keturias Lietuvos prioritetines sritis: (1) socialinės atskirties ir skurdo mažinimą, (2) sveiką gyvenseną, (3) energetinį efektyvumą ir (4) klimato kaitą bei darnų vartojimą ir gamybą. Lietuvoje vykdoma darnaus vystymosi tikslų programa didele dalimi nukreipta į gamybą. 9 tikslu „Kurti infrastruktūrą, skatinti visą apimančią industrializaciją ir naujoves.“ Siekiama iki 2030 metų modernizuoti infrastruktūrą ir aprūpinti naujais įrenginiais pramonės sektorius, kad jie taptų tvaresni, padėtų pagerinti išteklių naudojimo veiksmingumą ir taikytų daugiau švarių ir aplinkai nekenksmingų technologijų ir gamybos procesų, visoms šalims imantis veiksmų pagal jų atitinkamus pajėgumus. 12 tikslu „Užtikrinti darnius vartojimo ir gamybos modelius“. Sumažinti atliekų susidarymą, taikant prevenciją, mažinimą, perdirbimą ir pakartotinį panaudojimą. Teisinis reglamentavimas apimantis įmonės aplikos apsaugos reikalavimus pateikiamas 1 lentelėje.

**1 lentelė.** Teisės aktai

<b>Teisės aktai</b>			
<b>Dokumento pavadinimas</b>	<b>Dokumento rūšis</b>	<b>Įstatymas skelbtas</b>	<b>Dokumento paskirtis, ištraukos iš dokumento</b>
Lietuvos Respublikos pakuočių ir pakuočių atliekų tvarkymo įstatymas	Įstatymas	Žin., 2001, Nr. 85-2968	Šis įstatymas nustato pagrindinius pakuočių reikalavimus, bendruosius Lietuvos Respublikoje gaminamų ir į Lietuvos Respubliką įvežamų pakuočių ir pakuočių atliekų apskaitos, ženklinimo, surinkimo, naudojimo reikalavimus, kad būtų išvengta pakuočių ir pakuočių atliekų neigiamo poveikio aplinkai ir žmonių sveikatai, taip pat gamintojų, importuotojų, pardavėjų, vartotojų, atliekų tvarkytojų teises ir pareigas tvarkant pakuotes ir pakuočių atliekas. [54]
Europos Parlamento ir Tarybos direktyva (ES) 2018/851	Direktyva	2018 m. gegužės 30 d. L 150/109	Šia direktyva nustatomos priemonės, kuriomis siekiama apsaugoti aplinką ir žmonių sveikatą užkertant kelią atliekų susidarymui, atliekų susidarymo ir tvarkymo žalingam poveikiui arba mažinant susidarančių atliekų kiekį, atliekų susidarymo ir tvarkymo poveikį, mažinant bendrą išteklių naudojimo poveikį ir didinant tokio naudojimo efektyvumą, nes tai itin svarbu siekiant pereiti prie žiedinės ekonomikos ir užtikrinti ilgalaikį Sąjungos konkurencingumą. [55]
Lietuvos Respublikos atliekų tvarkymo įstatymas	Įstatymas	Žin., 2002, Nr. 72-3016 (2002-07-17)	Šis Įstatymas nustato bendruosius atliekų prevencijos ir tvarkymo reikalavimus, kad būtų išvengta atliekų neigiamo poveikio visuomenės sveikatai ir aplinkai; sąlygas, kai medžiaga ar daiktas gali būti nelaikomi atliekomis; atliekų tvarkymo valstybinį reglamentavimą; pagrindinius atliekų tvarkymo sistemų organizavimo ir planavimo principus; reikalavimus atliekų turėtojams ir atliekų tvarkytojams; atliekų tvarkymo ekonomines ir finansines priemones; alyvų, elektros ir elektroninės įrangos, transporto priemonių, apmokestinamųjų gaminių ir pakuočių gamintojų, importuotojų, platintojų teises ir pareigas. [46]



<b>Dokumento pavadinimas</b>	<b>Dokumento rūšis</b>	<b>Įstatymas skelbtas</b>	<b>Dokumento paskirtis, ištraukos iš dokumento</b>
Lietuvos Respublikos Aplinkos ministro įsakymas dėl Atliekų tvarkymo taisyklių patvirtinimo	Įstatymas	Žin. 1999, Nr. 63-2065, i. k. 099301MIS AK000002 17	Šios taisyklės parengtos vadovaujantis Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos įstatymu (Žin., 1992, Nr. 5-75; 1996, Nr. 57-1325; 1997, Nr. 65-1540), Lietuvos Respublikos atliekų tvarkymo įstatymu (Žin., 1998, Nr. 61-1726) bei Lietuvos Respublikos atliekų tvarkymo įstatymo įgyvendinimo įstatymu (Žin., 1998, Nr. 61-1729) ir nustato atliekų tvarkymo, apskaitos, deklaravimo, rūšiavimo, ženklavimo tvarką. [56]
Nutarimas dėl valstybinio strateginio atliekų tvarkymo plano patvirtinimo	Nutarimas	Žin. 2002, Nr. 40-1499, i. k. 1021100N UTA00000 519	Plano tikslas – nustatyti strateginius atliekų tvarkymo iki 2020 metų tikslus, uždavinius ir priemones, būtinas užsibrėžtiems tikslams pasiekti, valstybines atliekų tvarkymo užduotis ir atliekų tvarkymo užduotis savivaldybėms, nacionalinės ir Europos Sąjungos struktūrinės paramos finansavimo kryptis ir Plano įgyvendinimo vertinimo kriterijus. [57]
Lietuvos Respublikos netauriųjų metalų laužo ir atliekų supirkimo įstatymas	Įstatymas	Žin. 2001, Nr. 93-3257, i. k. 1011010IS TA00IX-565	Šis įstatymas nustato ūkinės komercinės veiklos, susijusios su netauriųjų metalų laužo ir atliekų supirkimu, teisinius pagrindus. [58]
Įsakymas dėl Gamtos išteklių taupymo ir atliekų mažinimo planų rengimo metodinių rekomendacijų patvirtinimo	Įsakymas	2009 m. gegužės 5 d. įsakymu Nr. D1-252	Gamtos išteklių taupymo ir atliekų mažinimo planų rengimo metodinės rekomendacijos (toliau – Rekomendacijos) parengtos, siekiant išsamiai paaiškinti Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės taisyklėse, patvirtintose Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2002 m. vasario 27 d. įsakymu Nr. 80 (Žin., 2002, Nr. 85-3684; 2005, Nr. 103-3829; 2006, Nr. 120-4571), nustatytus reikalavimus gamtos išteklių taupymo ir atliekų mažinimo planams (toliau – Planas). [59]
Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos įstatymas	Įstatymas	Lietuvos aidas 1992, Nr. 20-0; Žin. 1992, Nr.5-75, i. k. 0921010IS TA00I-2223	Šis įstatymas reguliuoja visuomeninius santykius aplinkosaugos srityje, nustato pagrindines juridinių ir fizinių asmenų teises ir pareigas išsaugant Lietuvai būdingą biologinę įvairovę, ekologines sistemas bei kraštovaizdį, užtikrinant sveiką ir švarią aplinką, racionalų gamtos išteklių naudojimą Lietuvos Respublikoje, jos teritoriniuose vandenyse, kontinentiniame šelfe ir ekonominėje zonoje, atsakomybę, ekonomines sankcijas už juridinių asmenų padarytus aplinkos apsaugą ir gamtos išteklių naudojimą reglamentuojančių teisės aktų pažeidimus siekiant veiksmingos šių pažeidimų prevencijos ir nuostatas dėl bylų dėl ekonominių sankcijų skyrimo teisenos. [60]
Taršos integruotos prevencija ir kontrolė (TIPK)	Taisyklės		Taršos integruota prevencija ir kontrolė (TIPK) tai būdas užtikrinti, kad įmonių veikla darytų kuo mažesnę žalą visai aplinkai, o ne atskiroms jos dalims. Integruoto požiūrio į taršos kontrolę tikslas yra užkirsti kelią teršalų išmetimui į orą, vandenį ar dirvožemį visur, kur įmanoma, atsižvelgiant į atliekų tvarkymą, o ten, kur neįmanoma, – siekti jį sumažinti iki minimumo, kad būtų pasiektas aukštas aplinkos apsaugos lygis. [61]

<b>Dokumento pavadinimas</b>	<b>Dokumento rūšis</b>	<b>Įstatymas skelbtas</b>	<b>Dokumento paskirtis, ištraukos iš dokumento</b>
Įsakymas dėl į atmosferą išmetamo teršalų kiekio apskaičiavimo metodikų sąrašo patvirtinimo ir apmokestinamų teršalų kiekio nustatymo asmenims, kurie netvarko privalomosios teršalų išmetimo į aplinką apskaitos	Įsakymas	Žin. 1999, Nr. 108-3159, i. k. 099301MIS AK000003 95	Tvirtinamas Į atmosferą išmetamo teršalų kiekio apskaičiavimo metodikų sąrašą (toliau – Metodikų sąrašas) [62]
Dėl Valstybės pažangos strategijos "Lietuvos pažangos strategija "Lietuva 2030" patvirtinimo	Nutarimas	2012 m. gegužės 15 d. Nr. XI-2015	Šio strateginio dokumento paskirtis – žadinti ir vienyti idėjas, kurių įgyvendinimas garantuotų visuomenės gerovę, piliečių orumą ir valstybės saugumą. [63]
Europos Parlamento ir Tarybos direktyva „nustatanti ekologinio projektavimo reikalavimų su energija susijusiems gaminiams nustatymo sistemą“	Direktyva	2009/125/E B2009 m. spalio 21 d.	Ši direktyva nustato Bendrijos ekologinio projektavimo reikalavimų su energija susijusiems gaminiams nustatymo sistemą, kad būtų užtikrintas laisvas tokių gaminių judėjimas vidaus rinkoje. Šia direktyva numatoma nustatyti reikalavimus, kuriuos turi atitikti su energija susiję gaminiai, kuriems taikomos įgyvendinimo priemonės, kad juos būtų galima pateikti į rinką ir (arba) pradėti naudoti. Didindama energijos vartojimo efektyvumą ir keldama aplinkosaugos lygį ir kartu stiprindama energijos tiekimo patikimumą, ji prisideda prie tvaraus vystymosi. [17]
Lietuvos Respublikos planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo įstatymo Nr. I-1495 pakeitimo įstatymas	Įstatymas	2017 m. birželio 27 d. Nr. XIII-529	Šis įstatymas reglamentuoja planuojamos ūkinės veiklos atrankos dėl poveikio aplinkai vertinimo ir planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo procesus ir šių procesų dalyvių tarpusavio santykius. Šiuo įstatymu siekiama suderinti planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo proceso reglamentavimą su Europos Sąjungos teisės aktais, nurodytais šio įstatymo 3 priede. [3]

Dokumento pavadinimas	Dokumento rūšis	Įstatymas skelbtas	Dokumento paskirtis, ištraukos iš dokumento
Dėl Valstybinės atliekų prevencijos programos patvirtinimo	Įstatymas	2013 m. spalio 22 d. Nr. D1-782	<p>Programos paskirtis – išanalizavus esamą būklę atliekų prevencijos srityje, nustatyti atliekų prevencijos prioritetus, tikslus, uždavinius bei priemones jiems įgyvendinti, kad būtų užtikrinta, jog atliekų tvarkymo srityje, laikantis atliekų prevencijos ir tvarkymo prioritetų eiliškumo, pirmiausia būtų taikoma atliekų prevencija, būtų skatinamas tausojantis vartojimas, racionalus išteklių bei medžiagų naudojimas.</p> <p>Programoje numatyti atliekų prevencijos tikslai, atliekų prevencijos programos 2014–2020 m. laikotarpio tikslai uždaviniai ir priemonės šiems tikslams pasiekti, taip pat Programos vertinimo kiekybiniai kriterijai, laukiami rezultatai ir Programą įgyvendinančios institucijos. [31]</p>
Dėl Lakiųjų organinių junginių, susidarantių naudojant tirpiklius tam tikrų veiklos rūšių įrenginiuose, emisijos ribojimo tvarkos patvirtinimo	Įsakymas	2002 m. gruodžio 5 d. Nr. 620	<p>Šiuo dokumentu siekiama sumažinti tiesioginį ir netiesioginį lakiųjų organinių junginių (išsiskiriančių iš dažų, tirpiklių, klijų ir kitų preparatų) daromą poveikį aplinkai, dažniausiai aplinkos orui, bei galimą riziką žmogaus sveikatai, numatant priemones ir procedūras, kurias reikia įgyvendinti šio normatyvinio dokumento 1-2 prieduose nurodytoms veiklos rūšims, jeigu ta veikla vykdoma viršijant šio normatyvinio dokumento 2 priede nurodytus tirpiklių sunaudojimo slenkstinius kiekius. Slenkstiniai tirpiklių suvartojimo kiekiai yra skirtingi įvairioms veiklos rūšims ir įvairaus dydžio įrenginiams; jie nurodyti šio normatyvinio dokumento I skyriaus 1.2 punkte bei 2 priede. [64]</p>

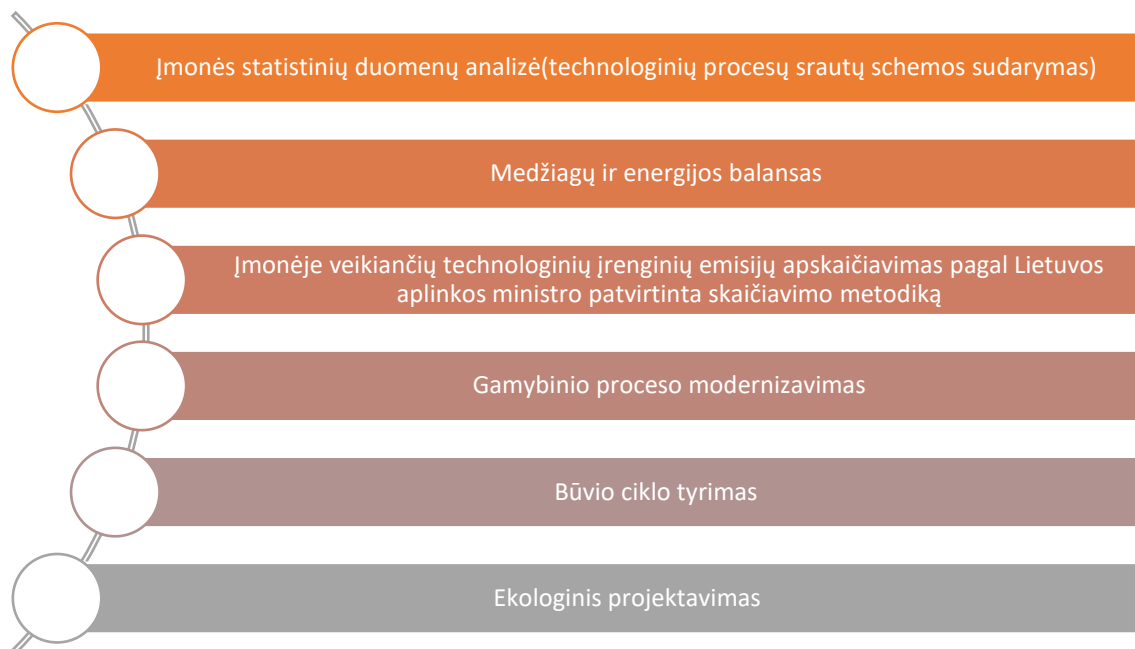
## 1.8. Literatūros apžvalgos apibendrinimas

Apibendrinant teorinę tyrimo dalį – mokslinės literatūros analizę galima teigti, kad tiriamojoje dalyje bus nagrinėjamas pasirinktos įmonės poveikis aplinkai, siekiant pasiūlyti alternatyvas neigiamam poveikiui aplinkai mažinti. Šiuo metu stinga literatūros apie maisto pramonės technologinių įrenginių prevenciją aplinkosauginiame kontekste. Trūksta tyrimų apie technologinius įrengimus gaminančių įmonių veiklos poveikį aplinkai, taikomus taršos ir atliekų prevencijos metodus, taikomų metodų veiksmingumą, gautus rezultatus ir poveikio aplinkai pasikeitimus. Todėl, išanalizavus neigiamo poveikio aplinkai priemones mokslinėje literatūroje, siekiama atsakyti į probleminį tyrimo klausimą – kaip sumažinti neigiamą poveikį aplinkai analizuojamoje įmonėje?

Tikėtina, kad ši problematika aktuali dar ir dėl to, kad maisto pramonės technologinių įrenginių įmonių veikla neabejotinai daro neigiamą poveikį aplinkai, kuris turi būti išanalizuotas. Nustatytam neigiamam poveikiui aplinkai turi būti pritaikyti tinkamiausi poveikio aplinkai mažinimo metodai. Tokio tipo įmonėse veikia technologiniai gamybiniai įrenginiai kurie daro neigiamą poveikį aplinkai. Technologiniai gamybiniai metalo apdirbimo įrenginiai pasižymi itin dideliu energijos kiekio sunaudojimu, taip pat oro tarša. Visos gamybinės įmonės turi atliekų iš gamybinio proceso, tarp kurių pasitaiko ir pavojingų atliekų, todėl tokio tipo įmonės turi atsižvelgti ir pritaikyti atliekų prevencijos metodus, rekomendacijas, diegti aplinkos vadybos standartus siekiant sumažinti susidarantių atliekų kiekį.

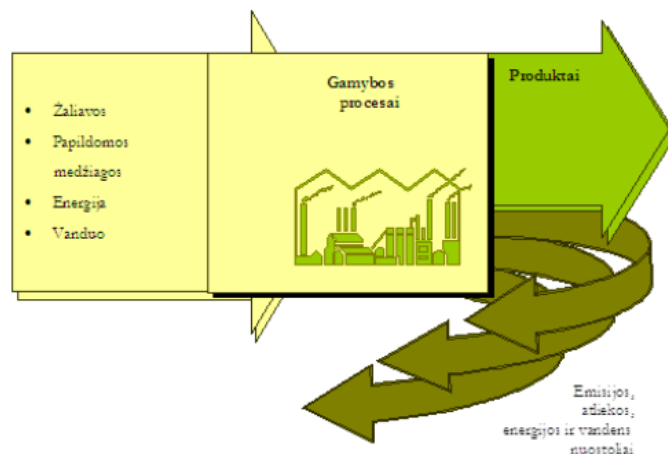
## 2. Tyrimo metodologija

Siekiant atlikti analizuojamos maisto pramonės technologinių įrenginių gamybos įmonės veiklos aplinkosauginį įvertinimą ir patikrinti, ar poveikio aplinkai mažinimo pasiūlymai tikrai sumažina poveikį aplinkai, buvo taikomos šie metodai ir priemonės (9 pav.):



9 pav. Tyrimo metodai ir priemonės

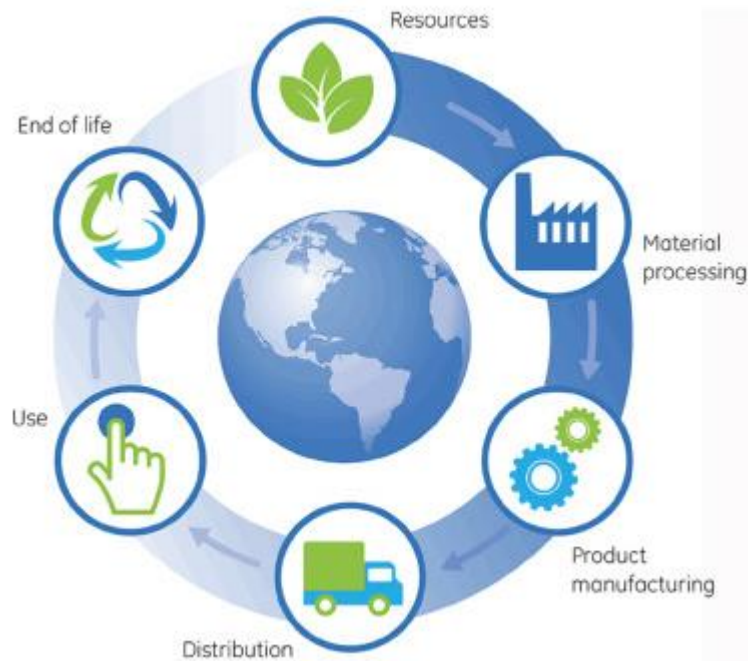
- **Įmonės statistinių duomenų analizė** – įmonės įvertinimo pirminis įrankis. Dokumentų analizės metodas taikomas renkant rašytiniame ar spausdintame tekste užfiksuotą informaciją. Darbe taikoma tradicinė (kokybinė) ir struktūrizuota turinio analizė, kai įmonės informacija analizuojama kiekybinių indikatorių (statistinių duomenų, apskaičiavimų) pagalba. Tradicinė dokumentų analizė pagrįsta įmonės dokumentų turinio analizavimu ir aprašymu. Dokumentų analizės metu nustatomas dokumentuose pateikiamų duomenų poveikis visuomenei (aplinkai). Tai nustatoma remiantis objektyviais statistiniais duomenimis. Dokumentų analizės metu nustatytas tiriamosios įmonės medžiagų ir energijos balansas, apžvelgtas susidariusių atliekų įmonėje tvarkymas, atliekų prevencijos vykdomi būdai. Ši medžiaga buvo naudojama tolimesniems tyrimo žingsniams (metodams) įgyvendinti. Remiantis analizuojamoje įmonėje surinktais statistiniais duomenimis buvo sudaryta technologinių procesų srautų schema, kurioje matomas kiekvienas gamybos procesas ir tai, kiek jis turi įeinančių ir išėinančių elementų. Taip buvo nustatyta, kuriuose procesuose yra daugiausia įvedinių ir išvedinių, kurie įvediniai ar išvediniai kartojasi keliuose procesuose.
- **Medžiagų ir energijos balansas.** Staniškio ir kt. teigimu, [65] yra visuma rodiklių, įvedinių ir išvedinių, kurie yra pastoviai dalyvaujantys įmonės veikloje. Medžiagų ir energijos balansui sudaryti reikia būti atlikus įmonės statistinių duomenų analizę ir turėti faktinius praėjusių metų laikotarpio duomenis. Medžiagų ir energijos balansui sudaryti buvo remtasi buhalterine apskaita, matavimo prietaisų duomenimis, įvertinti LR aplinkos ministrų patvirtintais metodais.



10 pav. Medžiagų ir energijos srautų diagramos pavyzdys [65]

Sudarius medžiagų ir energijos balansą nustatytos pagrindinės aplinkos apsaugos problemos. Medžiagų ir energijos balanse matoma, kiek įvedinių įėjo į įmonės veiklą ir kiek liko atliekų, broko ir prarastų žaliavų. Matoma, kiek įmonė patiria energijos nuostolių ir kiek bendrai sunaudoja energijos.

- **Įmonėje veikiančių technologinių įrenginių emisijų apskaičiavimas pagal Lietuvos aplinkos ministro patvirtinta skaičiavimo metodiką.** Remiantis įmonės statistiniais statistinių duomenų analizės metu surinktais duomenimis, buvo gautas kiekvieno technologinio įrenginio darbo laikas per metus, technologinio įrenginio techninės savybės. Pagal šiuos duomenis naudojantis LR aplinkos apsaugos ministro įsakymu „Dėl į atmosferą išmetamo teršalų kiekio apskaičiavimo metodikų sąrašo patvirtinimo ir apmokestinamų teršalų kiekio nustatymo asmenims, kurie netvarko privalomosios teršalų išmetimo į aplinką apskaitos“ [62] buvo remtasi 3 punktu nustatyta metodika: „Teršalų, išmetamų į atmosferą iš pagrindinių technologinių mašinų gamybos ir karinio-parmoninio komplekso įrenginių, normatyviniai rodikliai“ Charkovas, [66]. Atlikus skaičiavimus, remiantis metodologija, buvo nustatyta, kokį kiekį ir kokių teršalų išmeta analizuojamoje įmonėje veikiančios technologiniai įrenginiai.
- **Gamybinio proceso modernizavimas** – gamybinio proceso modernizavimui buvo naudojamas Galvanausko ir kt. [67] aprašomas procesų valdymo ir optimizavimo metodas. Šis metodas buvo pritaikytas analizuojamos įmonės dažymo procesui modernizuoti. LOJ išlakų į orą valdymui pritaikyta kaskadinė aplinkos valdymo sistema su 2 grįžtamaisiais ryšiais ir galimo trikdžio kompensavimu.
- **Būvio ciklo tyrimas** – mokslinis būdas procesų, produktų ar paslaugų poveikio aplinkai įvertinimui. Būvio ciklo tyrimo tikslas yra išanalizuoti pasiūlytos modernizacijos poveikį aplinkai, palyginant situaciją prieš pasiūlytą modernizaciją ir po pasiūlytos modernizacijos poveikį aplinkai būvio cikle (11 pav.).



11 pav. Būvio ciklas

Būvio ciklo analizėje nustatomos ribos, pagal penkias kategorijas: 1) nuo lopšio iki galutinio pašalinimo (cradle-to-grave); 2) nuo lopšio iki vartų (cradle-to-gate); 3) nuo lopšio iki lopšio (cradle-to-cradle); 4) nuo vartų iki vartų (gate-to-gate) 5) nuo šulinio iki ratų (well-to-wheel). Būvio ciklo vertinimo metodas buvo naudojamas ir popierinių brėžinių pakeitimo į skaitmeninius modernizacijai ištirti, kaip poveikis atlikus šį modernizavimą keisis. Taip pat šis metodas buvo naudojamas ir ekologinio projektavimo dalyje, siekiant gauti būvio cikle poveikį aplinkai po ekologinio projektavimo koncepto ir palyginti kaip sumažėjo poveikis aplinkai būvio cikle lyginant pasirinktą mazgą iki ekologinio projektavimo ir po.

- **Ekologinis projektavimas.** Prieš tai minėtoje Varžinsko ir kt. [18] mokslinėje literatūroje, ekologinis projektavimas tai sisteminė metodika, integruojanti aplinkos apsaugos aspektus į gaminio projektavimą. Ekologinis projektavimas leidžia sumažinti ne tik per visą būvio ciklą gaunamą neigiamą poveikį aplinkai, bet ir padeda pagerinti produkto funkcionalumą, kokybę, ekonominius aspektus, techninius aspektus, ergonomiką, estetiką ir kt. Analizuojamoje įmonėje ekologinis projektavimas buvo atliktas tyrimo metu sudarius darbo grupę, atlikus protų šturmą ir prioretizavus geriausias pateiktas idėjas po protų šturmo. Buvo sukurtas konceptas ir perprojektuotas technologinio įrengimo mazgas kuris buvo palyginamas būvio ciklo tyrimo metodu su prieš tai buvusiu mazgu ir naujai suprojektuotu mazgu. Buvo gautas poveikis aplinkai ir buvo sulyginata kaip pasikeitė poveikis aplinkai po ekologinio projektavimo metodo.

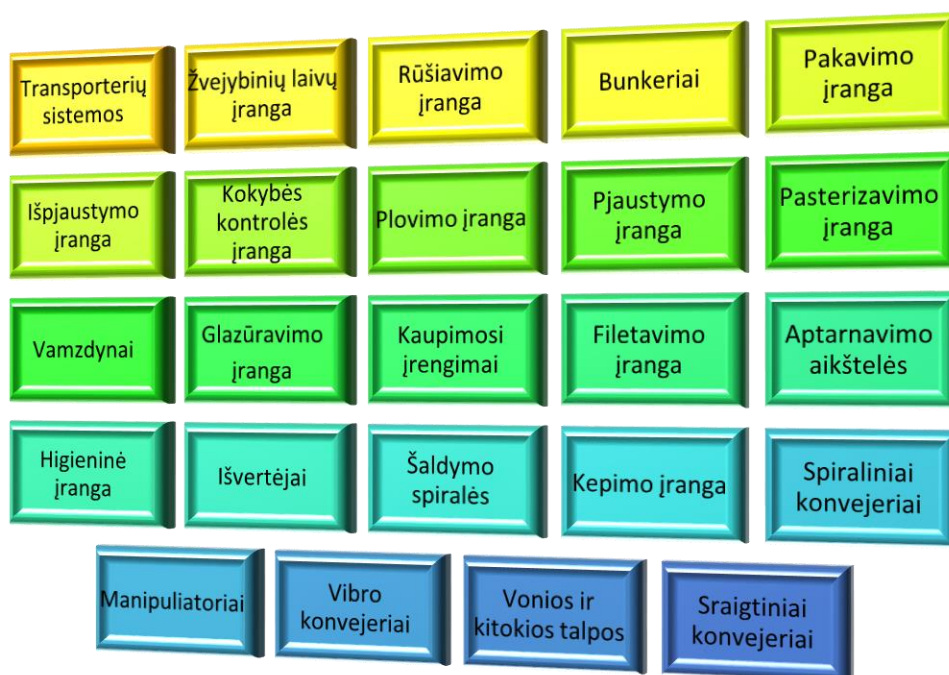
### 3. Maisto pramonės technologinių įrenginių gamybinės įmonės analizė

Analizuojama maisto pramonės technologinių įrenginių gamybinė įmonė moderni šiuolaikinių maisto pramonės technologijų kompanija, teikianti kompleksinius sprendimus, apimančius plataus spektro gamybos procesų diegimą ir valdymą. Veikla grindžiama ilgamete praktine patirtimi, kuri sukaupta gaminant pažangius, ergonominius ir ilgaamžius maisto pramonės įrenginius. Įmonė užsiima vienetine gamyba, t.y. visa gaminama produkcija yra atsižvelgiant į kliento norus, todėl toks pats gaminys gaminamas labai retai.

Įmonės užsakovai – mėsos, žuvies, pramonės, grūdų ir kitų maisto pramonės šakų gamybinės įmonės. 60 % produkcijos eksportuojama į užsienio šalis: Norvegija, USA, Islandija, Švedija, Danija, Vokietija, Rusija, Baltarusija, Lenkija, Didžioji Britanija, Estija, Latvija, Ispanija, Vengrija, Prancūzija.

Įmonė yra sparčiai besiplečianti ne tik Lietuvoje, bet ir visame pasaulyje. Įmonė šiuo metu turi filialą Islandijoje, neseniai atidarytas filialas Baltarusijoje. Plėtra vyksta ir Lietuvoje, šiuo metu įmonė projektuoja naują gamybinį cechą. Įmonės veikla - maisto pramonei skirtų technologinių įrengimų projektavimas ir gamyba (12 pav.).

Visa analizuojamoje įmonėje produkcija yra gaminama iš nerūdijančio plieno AISI304 ir AISI316 markių.



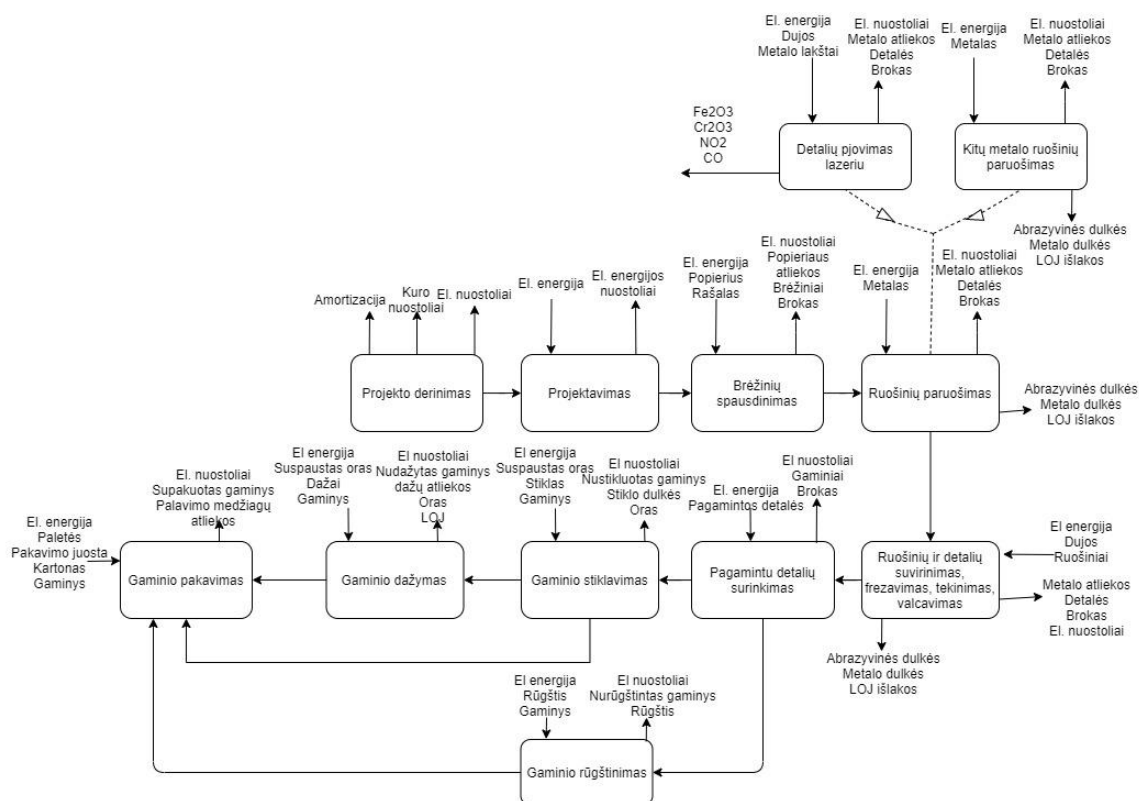
12 pav. Pagrindinė analizuojamos įmonės gaminama produkcija

Įmonėje, Lietuvos filiale, šiuo metu dirba 65 darbuotojai, tačiau šis skaičius sparčiai auga.

Šiuo metu įmonėje įdiegiami ISO 14001 ir ISO 9001 standartai. Kitame etape įmonėje bus įvedinėjama *Lean* vadyba.

### 3.1. Technologiniai procesai ir veikiantys gamybiniai įrenginiai

Analizuojant įmonę pirminis įvertinimo įrankis yra technologinių procesų srautų schemos sudarymas (13 pav.). Sudarius technologinių procesų srautų schemą, matome kiekviename gamybos procese įeinančius ir išeinančius elementus. Nustatome, kuriame gamybos procese yra daugiausia išeinamųjų, kuriuose procesuose gaunami didžiausi nuostoliai, kuriuose procesuose sunaudojama daugiausia medžiagų ir kokiuose procesuose kokios atliekos yra sugeneruojamos.



13 pav. Srautų sudarymo schema

Šiuo atveju, sudarius įmonės technologinių procesų srautų diagramą, matome, kad visiems technologiniams procesams reikalinga elektros energija. Didžiojoje dalyje technologinių procesų naudojamas metalas (nerūdijantis plienas AISI304 ir AISI316), iš kurio ir gaminami įrenginiai. Tai yra pagrindinė naudojama žaliava šios įmonės gaminamos produkcijos metu.

Pagal technologinių procesų srautų diagramą matome, kad pagrindiniai išvediniai yra:

- produkcija;
- elektros energijos nuostoliai;
- metalo atliekos gaunamos iš broko (ir ne tik);
- popierius;
- rūgšties atliekos;
- stiklo dulkių atliekos;
- metalo drožlių atliekos;
- pakavimo medžiagų atliekos;
- dažų atliekos;
- oro tarša.



Dauguma procesų naudoja elektros energiją, todėl remiantis sudaryta srautų schema tai yra pagrindinis įvedinys, o jos nuostoliai yra pagrindiniai išvediniai. Remiantis sudaryta analizuojamos įmonės srautų schema, kitas įvedinys daugumoje procesų yra naudojamas metalas, ir iš metalo pagaminti ruošiniai. Toliau pagal schemą iš metalo kaip įvedinio, gaunamas išvedinys – metalo atliekos (14 pav.) ir metalo ruošiniai, skirti ir naudojami kitame sraute.



**14 pav.** Nerūdijančio plieno atliekos

Analizuojamoje įmonėje (Lietuvoje) šiuo metu veikia vienas gamybinis cechasis ir vienas biuras. Biuras pasiskirstęs į skyrius: pardavimų skyrius, projektavimo skyrius, finansų skyrius bei administracija.

Gamybiniame ceche naudojami modernūs ir ne senesni nei 5 metų technologiniai įrenginiai, skirti metalo ruošinių apdirbimui. Analizuojamos įmonės pastatas yra naujos statybos, pastate yra įrengta rekuperacijos ir vėdinimo sistema su filtravimu. Vienintelė dažymo kameros įranga analizuojamoje įmonėje įsigyta jau padėvėta ir yra mažiau moderni ir senesnė.

Ceche esantys įrenginiai:

- metalo lakštų pjovimo lazeris „Bystronic Bystar 4020 CNC“;
- smėliavimo kamera ir smėliavimo įrenginys;
- kėlimo kranas;
- juostinės pjovimo staklės;
- gręžimo staklės;
- diskinės pjovimo staklės;
- hidrauliniai pakelėjai;
- tekinimo ir frezavimo staklės;
- suvirinimo įranga.

Biure naudojama:

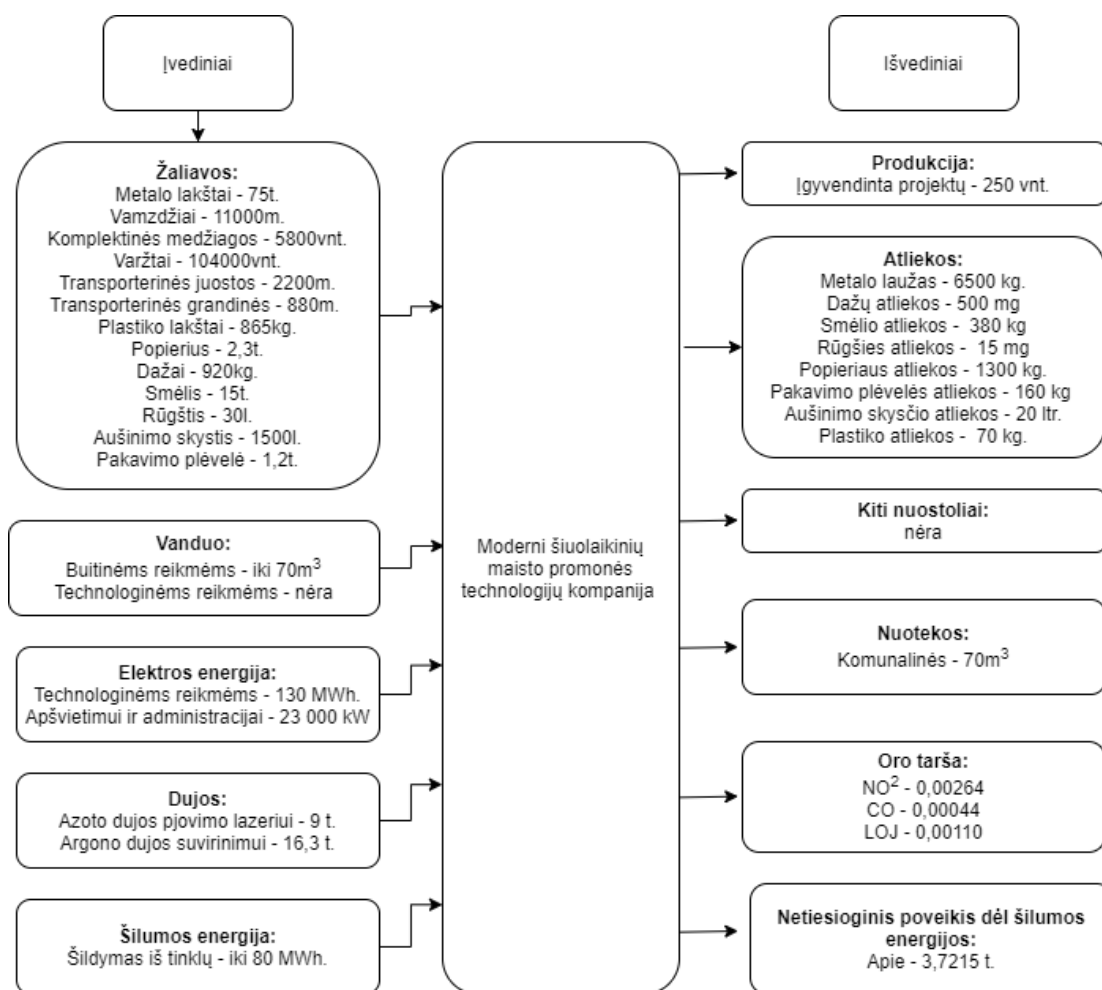
- plačiaformatis spausdintuvas;
- projektavimo kompiuteriai;
- kompiuteriai pardavimų, finansų ir administracijos skyriams.

#### 4. Maisto pramonės technologinių įrenginių gamybos įmonės aplinkosauginis tyrimas

Tam, kad sužinoti kokios atliekos susidaro įmonėje, buvo atliekama įmonės statistinių duomenų, dokumentų analizė, nustatytas medžiagų ir energijos balansas, atliktas įmonėje veikiančių technologinių įrenginių emisijų apskaičiavimas, susidariusių atliekų įmonėje tvarkymo ir prevencijos būdai.

##### 4.1. Medžiagų ir energijos balansas

Atliekų kiekis ir toksiškumas priklauso nuo technologinio proceso, nuo įėjimų, nuo įrangos būklės, nuo automatizavimo lygio, nuo visų reikalavimų, taikomų žaliavoms, procesui bei produktui (15 pav.).



15 pav. Analizuojamos įmonės medžiagų ir energijos balansas

Analizuojama įmonė šildo patalpas iš miesto tinklų gaunama šilumos energija. Metalo laužas (pjaunamų lakštų atraižos, vamzdžių atraižos ir pan.), kurios lieka po gamybos procesų, yra nuvežamos į metalo supirktuvę, iš kurių gaunamos papildomos pajamos. Dėl nedidelės oro taršos padeda įmonėje įrengta ir veikianti rekoperacinė sistema. Sudarius analizuojamos įmonės medžiagų ir energijos balansą, matoma problema, kad įmonėje naudojama šilumos energija iš šilumos tinklų. Tai susidaro šilumos tiekimo nuostoliai ir netiesioginis poveikis dėl išmetimų į orą, kadangi reikia pagaminti 15,3 % daugiau šilumos energijos, kad įmonę pasiektų reikiamas kiekis šilumos energijos iš šilumos energijos tiekėjų.

## 4.2. Įmonėje veikiančių technologinių įrenginių emisijų apskaičiavimas

Atliekant analizuojamos įmonės aplinkosauginę analizę, remiantis įmonės statistinių duomenų analize bei veikiančių technologinių įrenginių techninėmis savybėmis, buvo atliktas į atmosferą išmetamų teršalų kiekio apskaičiavimas. Šis apskaičiavimas buvo atliktas siekiant išanalizuoti, kokį kiekį teršalų į atmosferą išmeta kiekvienas įmonėje veikiantis metalo apdirbimo technologinis įrenginys. Atliekant šiuos apskaičiavimus siekiama nustatyti, kokia yra skleidžiama tarša iš analizuojamoje įmonėje veikiančių technologinių įrenginių, kuriuose technologiniuose įrenginiuose ši tarša galėtų būti toliau tirama siekiant sumažinti išmetamų teršalų kiekį į atmosferą.

Technologinių įrenginių skirtų metalo ruošinių apdirbimui, emisijos apskaičiuojamos pagal Charkovas [66] metodiką, kuri yra patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymu (Žin. 1999, Nr. 108-3159)

### Lazerinis plieno lakštų pjaustymas Bystar 4020 CNC:

- Pjaunamo nerūdijančio plieno lakšto storiai : 1,5 – 12 mm.
- Lakšto daugiausiai naudojami gabaritai: 3000x1500mm.
- Nerūdijančiam plienui pjauti naudojamas azotas.
- Pjovimo greitis 1m/min.
- Lazerio darbo laikas – 251 darbo diena (vidutiniškai po 4h.) –1004 h/m. Emisijų faktoriai ir kiekiai, pjaunant lazeriu nerūdijantį plieną Charkovas [66] 147 psl., 7.2 lentelė.

#### *Kietosios dalelės:*

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 11,42 g. vienam tiesiniam metrui g/m. arba iki 1,1 kg/m.; vid. - 0,3 mg/s; maks. – 86,5 mg/s;

Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,58 g/m arba iki 0,055 kg/m.; vid. – 0,015 mg/s; maks. – iki 4,4mg/s

#### *Dujinė frakcija:*

NO<sub>2</sub> – 12,7 g/m – 1,2 kg/m.; vid. – 0,3 mg/s; maks. – 96,2 mg/s;

CO – 2,1 g/m – 0,198 kg/m.; vid. - 0,055 mg/s; maks. – 16,0 mg/s.

#### *Bėginių m įvertinimas:*

1 metalo lakšto gabaritai – 3 x 1,5 x 0,012 m = 0,054 m<sup>3</sup>.

Nerūdijančio plieno tankis – 7,92 t/m<sup>3</sup>, dėl to 1 metalo lakšto svoris – apie 0,428 t;

nerūdijančio plieno sąnaudos per metus:

- iki 75 t, arba
- iki 84,27 metalo lakštų, arba
- iki 94,232 tiesinių metrų.

**2 lentelė.** Išlakos į aplinkos orą iš patalpoje esančios oro ištraukimo sistemos

Medžiaga	kg/m	mg/s, vid.	mg/s, maks.
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,1	0,3	86,5
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,055	0,015	4,4
SUM:	1,155	0,315	90,9
NO <sub>2</sub>	1,2	0,3	96,2
CO	0,198	0,055	16,0

**Pjovimo įrankių galandinimas staklėmis** (galandinamo įrankio skersmuo – iki 100 mm, ilgis – iki 250 mm; šlifavimo diskas – 80 mm) (1 val./parą arba 256 val./m. (256 d.d./m.)).

Charkovas [66] 111 psl., 6.1 lentelė 2.1 punktas.

*Emisijų faktoriai ir kiekiai:*

- Abrazyvinės dulkės – 6 mg/s arba 11,06 kg/m.;
- Metalinės dulkės – 8 mg/s arba 14,8 kg/m.

**Gražtų galandinimas** (1 val./parą arba 256 val./m. (256 d.d./m.))

Charkovas [66] 110 psl., 6.1 lentelė 2.1 punktas

*Emisijų faktoriai:*

- Abrazyvinės dulkės – 4 mg/s arba 7,4 kg/m.;
- Metalinės dulkės – 6 mg/s arba 11,1 kg/m.

**Detalių frezavimas** (universalioomis frezavimo staklėmis su skaitmenine pastūmos indikacija 1000-600 mm) (4 val./parą arba 1024 val./m. (256 d.d./m.))

Charkovas [66] 114 psl., 6.1 lentelė 5.2 punktas

*Emisijų faktorius ir kiekis:*

- Metalinės dulkės – 2 mg/s arba 14,8 kg/m.

**Detalių tekinimas** (CNC staklėmis; tekinamos detalės skersmuo – iki 750 mm, ilgis – iki 1500 mm) (3 val./parą arba 768 val./m. (256 d.d./m.))

Charkovas [66] 114 psl., 6.1 lentelė 5.1 punktas

*Emisijų faktoriai:*

- Metalinės dulkės – 25 mg/s arba 18,4 kg/m.

Tekinimui CNC apdirbimo staklėmis naudojama aušinimo emulsija, kuri cirkuliuoja uždaru ciklu, bet dėl nedidelių nuostolių – išgaravimo, reikalingas papildymas.

Charkovas [66] 116 psl., 6.2 lentelė 1 punktas.

*LOJ emisijų faktorius ir kiekis:*

LOJ išlakos į aplinkos orą:  $0,2 \cdot 10^{-5}$  g/s vienam kW staklės galios:

–  $0,2 \cdot 10^{-5} \cdot 75 = 0,15$  mg/s arba 1,1 kg/m.

**Detalių gręžimas** (stalinėmis gręžimo staklėmis (3 vnt.): plieno storis – iki 50 mm) (2 val./parą arba 512 val./m. (256 d.d./m.))

Charkovas [66] 114 psl., 6.1 lentelė 5.3 punktas.

*Emisijų faktorius ir kiekis:*

– Metalinės dulkės – 0,4 mg/s, trims staklėm – 12 mg/s arba 2,2 kg/m.

**3 lentelė.** Išlakos į aplinkos orą iš patalpoje esančios oro ištraukimo sistemos

Medžiaga	kg/m	mg/s
KD (abrazyvinių ir metalinių dulkių)	79,63	28,9
LOJ	1,1	0,15

Detalių suvirinimas, darbo laikas – iki 1980 val./m.

8 suvirinimo stalai su mobilias filtravimo įrenginiais, įrankių komplektais, individualiu apšvietimu, kt.

Suvirinimo aparatai, kurie virina TIG, MIG, MAG,:

- TIG/MAG suvirinimo aparatai suvirina volframo elektrodais inertinėse dujose;
- MIG suvirinimo aparatai (pusautomatai) suvirina lydžiuoju elektrodu (viela) apsauginėse dujose.

**4 lentelė.** Naudojami suvirinimo būdai analizuojamoje įmonėje

Medžiaga suvirinimui	Kiekis Kg/m.	Suvirinimo būdas	Naudojamos dujos	Virinamas metalas
Dujos	20000	Pusiau automatinis, rankinis	Argonas	Nerudijantis plienas AISI 304
Elektrodai	8000	Rankinis		Nerudijantis plienas AISI 304

Patalpoje virš suvirinimo aparatų – mobilūs filtravimo įrenginiai (išvalymo laipsnis – iki 99,9 proc.; IF-W3 sertifikatas – išvalytas orą leidžiama grąžinti į darbinę zoną):

*Emisijos, suvirinimui naudojant elektrodus:*

Emisijų faktoriai ir kiekiai, plieno rankiniam suvirinimui naudojant volframo elektrodus (naudojant apsaugines dujas) Charkovas [66] 128 psl., 7.1 lentelė 4.2 punktas :

KD:

- volframo oksidas  $WO_3$  – 9,8 g/kg elektrodų arba iki 3,9 kg/m.; 1,6 mg/s;
- $CuO$  – 8,10 g/kg elektrodų arba 3,24 kg/m.; 1,35 mg/s;

Priimame prielaidą, kad volframo elektrodų sąnaudos – iki 400 kg/m.; darbo laikas – iki 667 val./m.

Emisijų faktoriai ir kiekiai, nerūdijančio plieno rankiniam suvirinimui naudojant volframo elektrodus (naudojant argono dujas) Charkovas [66] 130 psl., 7.1 lentelė 6.3 punktas

KD:

- $SiO_2$  – 0,55 g/kg elektrodų arba 0,22 kg/m.; 0,092 mg/s;
- $MnO_2$  – 0,64 g/kg elektrodų arba 0,26 kg/m.; 0,11 mg/s;
- $WO_3$  – 1,43 g/kg elektrodų arba 0,57 kg/m.; 0,24 mg/s

Priimame prielaidą, kad volframo elektrodų sąnaudos – iki 400 kg/m.; darbo laikas – iki 667 val./m.

*Emisijos, suvirinimui naudojant vielą:*

Emisijų faktoriai ir kiekiai, rankiniam plieno suvirinimui naudojant vielą Charkovas [66] 129 psl., 7.1 lentelė 4.3 punktas

KD:

- $Fe_2O_3$  – 0,66 g/kg vielos; 0,26 kg/m.; 0,5 mg/s;
- $MnO_2$  – 0,44 g/kg vielos; 0,18 kg/m.; 0,1 mg/s;
- $SiO_2$  – 0,50 g/kg vielos; 0,2 kg/m.; 0,1 mg/s;
- $CuO$  – 15,4 g/kg vielos; 6,16 kg/m.; 3,4 mg/s.

Priimame prielaidą, kad šios vielos sąnaudos – iki 400 kg/m.; darbo laikas – iki 500 val./m.

Emisijų faktoriai ir kiekiai, plieno pusiau automatiniame suvirinime azoto terpėje Charkovas [66] 133 psl., 7.1 lentelė 9.4 punktas

KD:

- $MnO_2$  – 0,59 g/kg vielos; 0,24 kg/m.; 0,13 mg/s;
- $SiO_2$  – 0,26 g/kg vielos; 0,1 kg/m.; 0,06 mg/s;
- $CuO$  – 6,3 g/kg vielos; 2,52 kg/m.; 1,4 mg/s.

Priimame prielaidą, kad šios vielos sąnaudos – iki 400 kg/m.; darbo laikas – iki 500 val./m.

**5 lentelė.** Išlakos į aplinkos orą iš patalpoje esančios oro ištraukimo sistemos

Medžiaga	Prieš valymą		Po valymo (99,9 proc.)	
	kg/m.	mg/s	g/m.	mg/s
WO <sub>3</sub>	4,47	1,9	4	0,002
CuO	11,92	6,2	11	0,006
SiO <sub>2</sub>	0,52	0,26	1	0,000
MnO <sub>2</sub>	0,68	0,34	1	0,001
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,26	0,5	1	0,001
SUM	17,85	9,2	18	0,010

Nerūdijančio plieno srautiniam valymui atliekamas stiklavimas. Šiam procesui taip pat naudojama smėliasrovė, bet abrazyvas - stiklo rutuliukai.

Darbo laikas – 8 val./parą, 2048 val./m.

KD emisijų faktoriai po valymo pateikti įrangos tiekėju – 40 g/val. arba 110 mg/s.

KD emisijų kiekis – 81,1 kg/m.

KD – dulkės, kurių sudėtyje virš 70 proc. SiO<sub>2</sub>, kt. – metalinės dulkės.

Virš kameros nutraukiamo oro srautas –m<sup>3</sup>/val. arba m<sup>3</sup>/s.

Gamybinėse patalpose yra sumontuota dažymo kamera, kurioje yra dažoma produkcija. Dažymui naudojami dažai ir skiediklis. Pagal vidinę įmonės (2019 metų) statistiką, matuojamos išmetamų LOJ koncentracijos yra vidutiniškai apie 69.8 mg/Nm<sup>3</sup>. ,darbo laikas – 1,5 val/parą, 384 val./m

Produkcijos dažymui naudojami emaliniai dažai “PolyColor PF-115” kurie importuojami pagal pastovaus tiekimo sutartį iš Ukrainos. Sunaudojama maždaug : 920 kg/m arba 0,92 t/m.

Iš SDL emalio dažai ir skiediklis susideda iš tokių medžiagų:

- Ksilenas (22,50 proc.)
- Vaitspiritas (22,50 proc.)
- Likusi dalis - sausa liekana (55 proc.),

Iš viso: 100 proc.(10 proc. sausos liekanos – išmetimai į aplinkos orą, kaip kietosios dalelės)

**Įvertinami dažymo proceso išmetimai į aplinkos orą:**

$C_8H_{10}(\text{ksileno}) = 0,92 * 22,50 / 100 = 207 \text{ kg/m.};$

$LOJ = 0,92 * 22,50 / 100 = 207 \text{ kg/m.};$

Sausa liekana (55 proc.; 10 proc. – į aplinkos orą):

$KD (\text{dažų aerozolį}) = (0,92 * 55 / 100) * 10/100 = 50,6 \text{ kg/m.}$

**6 lentelė.** Apibendrinamoji į atmosferą išmetamų teršalų lentelė

Kietųjų dalelių (KD) išlakos	Teršalo kodas	kg/m	mg/s, vid.	mg/s, maks.
WO <sub>3</sub>	4463	0,004	0,002	0,002
CuO	4424	0,01	0,006	0,006
SiO <sub>2</sub>	4281	0,001	0,000	0,000
MnO <sub>2</sub>	3516	0,001	0,001	0,001
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3113	2,37	0,658	190,3
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2721	0,12	0,033	9,670
C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	1260	207	56,925	16680,75
KD (Suspenduotos dalelės)	4281	130,23	35,81	10494,36
KD SUM:		339,136	93,435	27375,1
<b>Dujinės išlakos:</b>				
NO <sub>2</sub>	6044	2,64	0,733	211,7
CO	6069	0,44	0,0122	35
LOJ	308	208,1	5,77	16553,4

Atlikus į atmosferą išmetamų teršalų kiekio apskaičiavimą buvo siekiama išanalizuoti, kokį kiekį teršalų į atmosferą išmeta kiekvienas įmonėje veikiantis metalo apdirbimo technologinis įrenginys. Kadangi analizuojama įmonė yra naujos statybos ir turi ventiliacijos ir filtravimo įrangą, taip pat technologiniai įrenginiai yra pirkti nauji, todėl išmetimai į orą yra minimaliausi, kokie gali būti pagal analizuojamoje įmonėje naudojamą įrangą. Vienintelis įmonėje naudojamas dažymo procesas neturi filtravimo sistemos iš ventiliacijos, taip pat ir dažymo įranga buvo piršta jau naudota. Nors ir neviršija LR aplinkos ministro įsakymo nustatytų leistinų LOJ išmetimų, tačiau išmetami LOJ galėtų būti daug mažesni modernizuojant šį procesą.

#### 4.3. Tiriamojoje įmonėje susidarančių atliekų analizė

Analizuojamoje įmonėje vykdant veiklą (brėžinių ruošimas, brėžinių spausdinimas gamybai, gamybos procesai ir kt.) įmonės analizės metu matomos gaunamos atliekos: popieriaus atliekos, metalo atliekos, plastiko atliekos, stiklo dulkių atliekos, smėlio dulkių atliekos, pakavimo medžiagų atliekos, rūgšties atliekos „Esab stainclean“, dažų atliekos (milteliniai dažai) , kitų standartinių elementų atliekos (6 lentelė).

Atliekos sugeneruojamos visų įmonėje vykstančių procesų metu.

- Popieriaus atliekos gaunamos iš brėžinių ruošimo, buhalterijos ir kitų įmonės dokumentacijų. Tokių atliekų per metus sugeneruojama apie 1300 Kg.
- Metalo atliekos (lakštinio metalo atraižos, metalo drožlės, profilių atraižos , vamzdžių atraižos) gaunamos iš pjovimo lazerio, tekimo staklių, frezavimo staklių, giljotinos, pjovimo staklių ir kitų technologinių įrenginių, skirtų apdoroti metalo ruošiniams. Metalo atliekų per metus sukaupiama apie 6,5 tonų.
- Plastiko atliekos susidaro gamybos metu, nes PE500, PE1000 plastikai yra naudojami dalyje gaminamų maisto pramonės technologinių įrengimų. Plastiko atliekų sukaupiamas kiekis yra nedidelis, nes jis efektyviai naudojamas, todėl per metus susikaupia tik apie 60-70 Kg.



- Stiklo ir smėlio dulkės susidaro smėliavimo ir stiklavimo proceso metu. Didžioji dalis gaminamos įrangos yra stikluojama. Nustikluotas metalas įgauna tam tikras savybes, kurios padidina jo atsparumą. Tačiau tai yra nehygieniškausias apdirbimo būdas. Smėliavimas vyksta, kai įranga yra perdaroma iš senos ar kitaip pažeistu metalu. Smėliavimo metu nuimami seni dažai, rūdys ir kitos pridėtinės prieš tai buvusios medžiagos. Kadangi smėlio ir stiklo dulkės yra iš dalies surenkamos, tai tokių atliekų susidaro nedaug, iki 380 Kg per metus.
- Pakavimo medžiagų atliekos susidaro pakuojant analizuojamoje įmonėje pagamintą produkciją prieš transportavimą. Taip pat gaminamuose įrengimuose yra naudojami ir standartiniai komponentai, kurie atkeliauja į įmonę supakuoti. Tokių atliekų susidaro maždaug 150-160 kg. per metus.
- Rūgštis atliekos susidaro po rūgštinimo proceso. Rūgštinimo procesas – tai kai suvirintas gaminys prieš surinkinėjimą yra pastatomas į kamerą, suvirintos siūlės ir plokštumos yra tepamos su rūgštimi, kuri išlygina visus metalo nelygumus ir plika akimi nematomus pažeidimus. Šis rūgštinimo principas naudojamas rečiau, tačiau po šio proceso įranga tampa labai higieniška, kadangi paviršiai labiau apsaugoti nuo mikrobu. Tokių atliekų susidaro tik iš to, kas lieka pakuotėse tai būtų iki 10-15 miligramų per metus. Rūgštis sudėtyje yra azoto rūgštis, fluoro vandenilio rūgštis ir sieros rūgštis.
- Dažų atliekos lieka po milteliniu būdų dažomų įrenginių. Šios atliekos kaip ir rūgštinimo atliekos lieka tik pakuotėje ir jų kiekis būna iki 500 miligramų per metus.

**7 lentelė.** Atliekų apibūdinimas

Atliekos kodas	Atliekos kiekis	Atliekos pavadinimas	Atliekos pavojingumą lemiančios savybės	Atliekos fizinės savybės	Atliekos naudojimo ir (ar) šalinimo veiklos kodas
20 01 01	1300 Kg.	Popierius	-	Kieta	S1,S2,S504,S511,R13*
17 04 05 19 10 01 02 01 10 20 01 40 12 01 03 12 01 04	6,5 t.	Metalas	-	Kieta	
17 02 03 19 12 04 20 01 39	70 Kg.	Plastikas	-	Kieta	
10 11 12	380 Kg.	Stiklo ir smėlio dulkės	-	Biri (Kieta)	
15 01 05 15 01 06	160 Kg.	Kombinuota pakuotė	-	Kieta	S1,S2,S504,S511,R13*
16 01 01* 16 01 05* 16 01 06*	15 mg.	Rūgštis „Esab stainclean“	Gali sukelti odos nudegimus Įkvėpus garų, atsiranda suerzinimo simptomai kvėpavimo takuose.	Skysta	
08 01 12	500 mg.	Dažai	-	Skysta	

#### 4.4. Tiriamojoje įmonėje taikomi atliekų tvarkymo ir prevencijos metodai

Siekiant sumažinti popieriaus atliekas, susidarančias įmonėje, brėžiniai ir kiti popieriai (jei galima pagal tam tikrus standartus) yra spausdinami iš abiejų lapo pusių, taip sutaupant išnaudojamą popierių ir gaunamas popieriaus atliekas.

Įmonėje, pjaunant detales lazeriu iš metalo lakštų, lieka nemažas kiekis atraižų. Todėl siekiant sumažinti šių atraižų išmetimo kiekį įmonėje pjaunami suvenyrai, maži pakabukai ir kita įmonę reprezentuojanti produkcija. Stiklavimo ir smėliavimo procese dalis smėlio ir stiklo yra surenkama ir naudojama pakartotinai kitų produktų išoriniam apdirbimui.

Metalo atliekos (metalo lakštų atraižos, profilinių ir kitų vamzdžių atraižos, strypų atraižos, metalinių detalių brokas, metalo drožlės ir tekinimo frezavimo, gręžimo staklių) yra išvežamos ir pridudamos į metalo supirktuvę. Susidarančios metalo atliekos yra tik AISI304 ir AISI316 markės nerūdijančio plieno, todėl yra lengviau priduoti tokio metalo atliekas (7 pav.). Šios pridutos atliekos Lietuvoje nėra perdirbamos. Metalo supirktuvės tokius metalus veža traukiniais į Rusiją.



16 pav. Supresuotos metalo atliekos prieš transportavimą

Popieriaus, pakuočių ir plastiko atliekos yra išmetamos ir toliau tvarkomos ir išrūšiuojamos Klaipėdos regiono atliekų tvarkymo centre (KRATC). Kadangi plastiko įmonėje susidaro nedidelis kiekis, jis nėra atiduodamas į kitas įmones, kurios gali jį perdirbti ar kitaip panaudoti.

Rūgštinimo pakuotės ir dažymo pakuotės yra atiduodamos pavojingų atliekų tvarkymo įmonei, kuri priima daugiau nei 130 rūšių pavojingųjų ir nepavojingųjų atliekų.

Stiklo ir smėlio dulkės po apdirbimo proceso tampa atlieka, kai yra suteršiama su žemėmis ar kitomis medžiagomis, todėl taip smėlio ir stiklo dulkės pavirsta atlieka, kurios nėra galima toliau naudoti gamybos procese. Tokios atliekos yra vežamos į sąvartyną ir ten atiduodamos užmokant tam tikrą atliekų priėmimo mokestį.

Tiriamojoje įmonėje taikomi atliekų tvarkymo ir prevencijos metodai yra nepakankami. Tiriamojoje įmonėje laikomasi gerų prevencijos būdų, kai iš metalo atraižų pjaunami suvenyrai ir stengiamasi, ką galima, spausdinti iš abiejų pusių lapo. Tačiau reikia spręsti popieriaus atliekų problemą ne tik spausdinant iš abiejų pusių, o visai atsisakant spausdinimo, kai tą galima padaryti. Tiriamojoje įmonėje daugiausia popieriaus atliekos susidaro gamybiniais brėžiniams ruošti, todėl reikia akcentuoti, kaip šioje dalyje panaikinti ar sumažinti kiek įmanoma daugiau popieriaus atliekų. Taip pat metalo atraižų daugiausia susidaro dėl vienetinės gamybos ir kiekvieną kartą vis naujų detalių, kurioms taip pat reikia ir projektavimo, kurio metu sunaudojama ir elektros energija, ir ruošinių, iš kurių gaunamos atliekos, o kartais ir pasitaikantis brokas.

## 5. Tiriamosios įmonės galimybes sumažinti poveikį aplinkai

Atlikus tiriamosios įmonės aplinkosauginį tyrimą ir įmonės dokumentų analizę buvo pastebėta vietų kur gali būti sumažintas poveikis aplinkai pritaikant tam tikrus atnaujinimo, modernizavimo ar automatizavimo darbus.

Atlikus įmonėje veikiančių technologinių įrenginių emisijų apskaičiavimus vienas iš pastebėjimų – tai dažymo kameros galimybės modernizuoti taip sumažinant LOJ išmetimus į atmosferą. Šio modernizavimo metu būtų modernizuota pati dažymo įranga bei filtravimo sistema. Modernizavus dažymo įrangą būtų mažiau sunaudojama dažų ir geriau padengiami dažomi paviršiai. Tai atsiliepia kokybei, ilgaamžiškumui, dažymo kainoms. O pagrindinis šios modernizacijos tikslas tai sumažinti LOJ išmetimus.

Kitas pastebėjimas atliekant tiriamojoje įmonėje susidarančių atliekų analizę – tai dideli kiekiai popieriaus atliekų, kurios daugiausia susidaro spausdinant gamybinius brėžinius. Šiam procesui siūlau modernizuoti šį procesą ir pakeisti popierinius brėžinius į skaitmeninius, taip sumažinant sunaudojamo ir išmetamo popieriaus kiekį įmonėje.

Sudarius medžiagų ir energijos balansą, atliekų analizės metu pastebėta, jog dėl vienetinės gamybos yra daug projektavimo ir labai skirtingų mazgų. Todėl tiriamojoje įmonėje buvo vykdomas ekologinio projektavimo projektas, sudarant darbo grupę.

### 5.1. Dažymo proceso modernizavimas

Gamybinėse patalpose yra sumontuota dažymo kamera, kurioje yra dažoma produkcija. Dažymui naudojami dažai ir skiediklis. Pagal vidinę įmonės (2019 metų) statistiką, matuojamos išmetamų LOJ koncentracijos yra vidutiniškai apie 69.8 mg/Nm<sup>3</sup>.

Produkcijos dažymui naudojami emaliniai dažai „PolyColor PF-115“, kurie importuojami pagal pastovaus tiekimo sutartį iš Ukrainos. Sunaudojama maždaug 920 kg/m arba 0,92 t/m.

Iš SDL emalio dažai susideda iš tokių medžiagų:

- Ksilenas (22,50 proc.)
- Vaitspiritas (22,50 proc.)
- Likusi dalis - sausa liekana (55 proc.),

Iš viso: 100 proc.(10 proc. sausos liekanos – išmetimai į aplinkos orą, kaip kietosios dalelės)

#### Įvertinami dažymo proceso išmetimai į aplinkos orą:

$$C_8H_{10}(\text{ksilenas}) = 0,92 * 22,50 / 100 = 207 \text{ kg/m.};$$

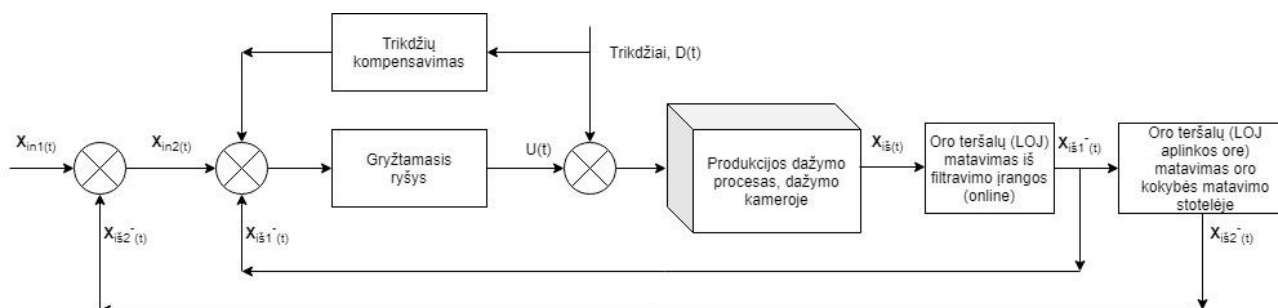
$$LOJ = 0,92 * 22,50 / 100 = 207 \text{ kg/m.};$$

Sausa liekana (55 proc.; 10 proc. – į aplinkos orą):

$$KD (\text{dažų aerosolio}) = (0,92 * 55 / 100) * 10/100 = 50,6 \text{ kg/m.}$$

Dažymo proceso modernizavimui buvo sudaryta aplinkos valdymo sistema (x Pav.). Buvo siūloma sumontuoti ventiliacijoje filtravimo įrangą su anglies filtrais, kuri, kaip teigia filtravimo sistemos

pardavėjai „sorbotech“, išvalo nuo kelių šimtų iki dešimčių tūkstančių kubinių metrų per valandą. Šios filtravimo įrangos efektyvumas nuo 97% iki 98,5%. Taip pat filtravimo įrangoje būtų montuojamas ir LOJ matavimo įrenginys, kuris siųstų duomenis tiesiogiai į monitoringą.



17 pav. LOJ išlakų į orą valdymui taikoma kaskadinė aplinkos valdymo sistema su 2 grįžtamaisiais ryšiais ir galimo trikdžio kompensavimu.

**Valdomi parametrai  $X_{is}(t)$**  - LOJ koncentracijos (LOJ - mgC/Nm<sup>3</sup>) ribinės vertės:

- $X_{is1}$  - iš stacionaraus oro taršos šaltinio išmetamų teršalų išmatuotos koncentracijos (ppm), kurios perskaičiuojamos į koncentracijas normalinėmis sąlygomis (esant 6 proc. O<sub>2</sub>), mg/Nm<sup>3</sup> (matuojamas dažymo kameros filtravimo sistemoje).
- $X_{is2}$  – teršalų kiekis aplinkos ore su fonu, µg/m<sup>3</sup> (matuojamas stotelėje).

\*  $X_{is2}$  – bus išmatuojamas, iš oro kokybės matavimo stotelės.

**Pagrindinis valdymo tikslas** –  $X_{in1}$  – Suformuoti valdymo sprendimus  $U(t)$ , kurių diegimas leistų procesui veikti, neviršijant apribojimų, kurie nustatyti aplinkosaugos teisės akte. Pagal LAND 15-634, (2 priedas, 1 lentelė.)

Organizuotai išmetamų LOJ ribinės vertės (mg/Nm<sup>3</sup>) – kitų rūšių dengimas, taip pat metalo, plastmasės, tekstilės gaminių<sup>(5)</sup>, audinių, plėvelių ir popieriaus dengimas (>5) ≤ 100 mg/Nm<sup>3</sup>

**Galimi tikslai** –  $X_{in2}$ . Didžiausios leistinos ribinės vertės, Pagal LAND 15-634, 5 priedas, 2 lentelė. Į aplinkos orą išmesti lakieji organiniai junginiai (LOJ) kiekis, t/m ≤ 10 g/h - mg/Nm<sup>3</sup>

Oro užterštumo švinu (kuris yra dažų sudėtyje) µg/m<sup>3</sup> ≤ 0,5 µg/m<sup>3</sup> metinės ribinės vertė.

**Galimi trikdžiai  $D(t)$**  - dėl ko gali atsirasti nukrypimai nuo nustatytų tikslų  $X_{in1}$ :

- Dažų kokybė (susirišimo su dažoma danga savybės, tirštumas, padengiamumas, sudėtis);
- Neoptimizuotas dažymo procesas (skiediklio ir dažų dozavimo netikslumai ir derinimo nuokrypiai);
- Dažymo kameros filtravimo sistemos veikimas (nukrypimai nuo technologinių parametru);
- Dažymo kameros filtrų kokybė (Filtro savybės, filtro sudėtis).

**Galimi trikdžiai  $D(t)$**  - dėl ko gali atsirasti nukrypimai nuo nustatytų tikslų  $X_{in2}$ :

- Meteorologinės sąlygos (vėjo kryptis, vėjo greitis (m/s), aplinkos oro temperatūra (oC), debesuotumas (oktantais));
- Foninis aplinkos oro užterštumas (iki PŪV įdiegimo teršalų koncentracijos aplinkos ore).

### **Grižtamojo ryšio priemonės:**

- Filtravimo sistemos modernizavimas siekiant kontroliuoti filtravimo sistemos veikimą, vykstant dažymo procesui ir kontroliuojant pagal online duomenis;
- Automatinis dozavimas.

### **Trikdžių kompensavimo priemonės:**

- Dažymo ir skiediklio srautų sureguliuojimas siekiant geriausių dažų padengimo savybių, kurios sureguliuojant leis produkcija nudažyti per trumpesni laiką, su mažesniu kiekiu dažų ir išgauti aukščiausios kokybės paviršiaus padengimą;
- Dažų kokybės kontrolė, siekiant naudoti tik geriausios kokybės dažus;
- Dažnesnis techninis dažymo kameros ir jos įrenginių aptarnavimas, siekiant, kad visa įranga dirbtų su idealiais technologiniais parametrais.

Naudojant filtravimo sistemą ir pasiekus tariamai prasčiausią filtravimo procentą - 97 %, bendrai išmetimai į orą liktų tokie:

- $C_8H_{10}$ (ksileno) = 6,21 kg/m.;
- LOJ = 6,21 kg/m.;
- KD (dažų aerozolio) = 1,52 kg/m.

Įgyvendinus šią siūlomą dažymo proceso modernizaciją būtų pasiektas mažiausiai 97% išmetimų į aplinkos orą sumažėjimas. Taip pat modernizavimo metu siūlomas įdiegti automatinis dozavimas, kuris leistų sunaudoti mažesnę kiekį skiediklio ir dažų, nudažyti tą patį produktą. Mažėjantis kiekis dažymui naudojamu medžiagų sumažina iš dažymo kameros išmetimus į aplinkos orą.

Dažų ir skiediklio kokybės kontrolė padės efektyviau nudažyti produktus sunaudojant mažesnę medžiagų kiekį produkcijos padengimui.

## **5.2. Popierinių brėžinių pakeitimas į skaitmeninius.**

Pasiūlytai modernizacijai pakeisti popierinius brėžinius į skaitmeninius buvo atliktas būvio ciklo vertinimas, kurio tikslas yra išanalizuoti pasiūlytos inovacijos poveikį aplinkai, palyginant popierinių ir elektroninių brėžinių, skirtų metalo konstrukcijoms, poveikį aplinkai būvio cikle, lyginant su naudojamu brėžinių pateikimu prieš inovaciją (ant popieriaus spausdinami brėžiniai). Skaitmeniniai brėžiniai neužima fizinės vietos, yra lengvai prieinami iš bet kur ir bet kada. Ir nereikalingos jokios medžiagos, išskyrus elektros energiją, kurios reikia brėžiniui skaityti. Atliktu būvio ciklo tyrimu siekiama identifikuoti poveikio aplinkai pokyčius lyginant popierinius brėžinius ir skaitmeninius ir nustatyti pagrindinius aspektus, darančius įtaką poveikio aplinkai pasikeitimui.

### **5.2.1. Būvio ciklo tyrimo eiga**

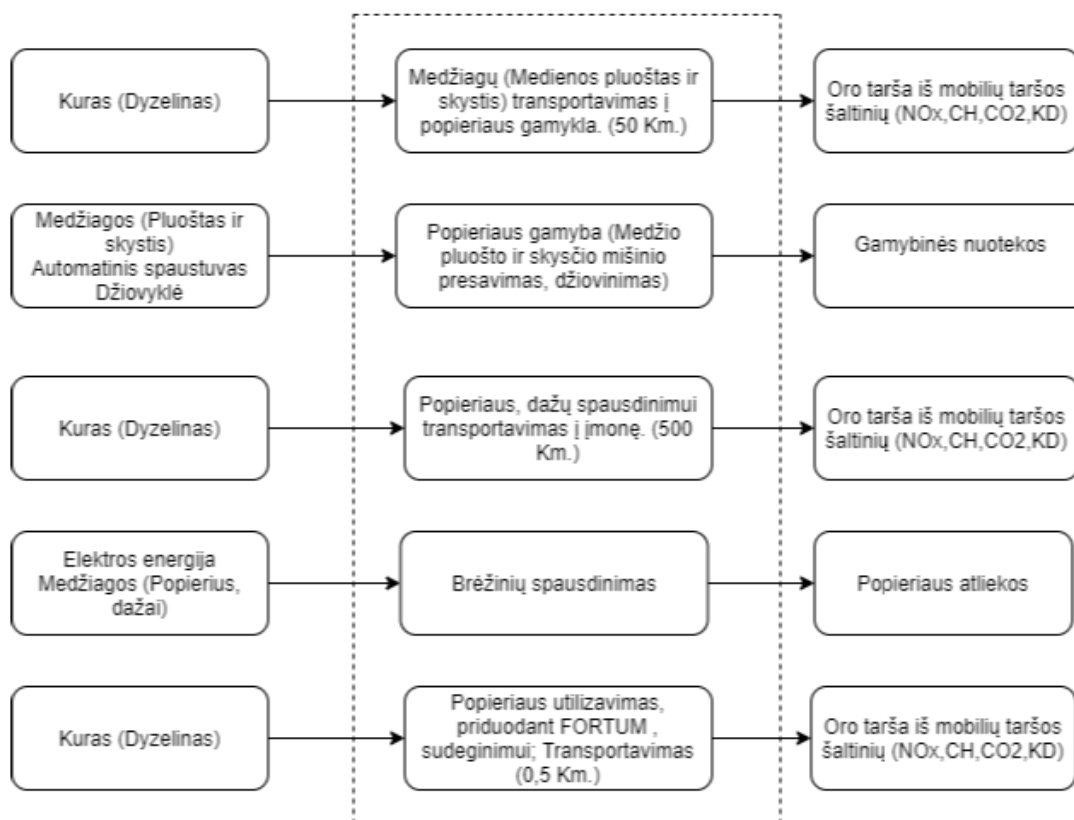
Būvio ciklo vertinimas atliktas pradiniam scenarijui, t.y. kai naudojami ant popieriaus spausdinami brėžiniai ir įdiegus pasiūlymą, t.y. kai naudojami skaitmeniniai brėžiniai. Pastarieji neužima fizinės vietos, yra lengvai prieinami iš bet kur ir bet kada, nereikalauja jokių medžiagų naudojimo, išskyrus elektros. Tyrimo funkcinis vienetas: 1 pagamintas projektas (vidutiniškai 30 A3 formato lapų). Per metus yra įvykdoma tariamai 100 projektų, taigi, per metus reikalinga atspausdinti maždaug 3000 popierinių brėžinių variantų. Į šį skaičių neįeina brokas ir kiti nenumatyti veiksniai, dėl kurių brėžinių

skaičius išauga. Taip pat nenumatyti ir kiti administracijos spausdinami dokumentai, kurie irgi gali būti skaitomi ir elektroninėje versijoje.

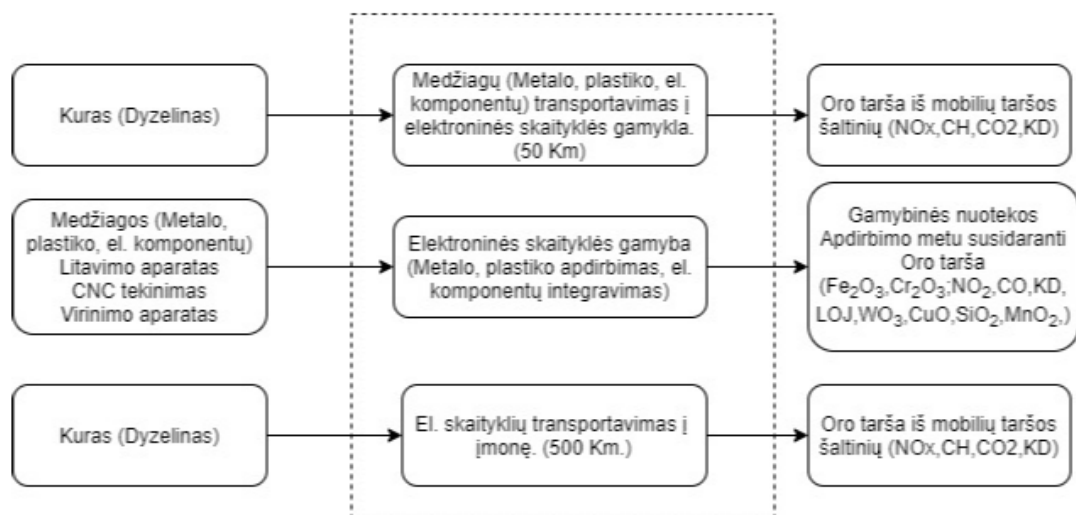
Būvio ciklo vertinimas toliau atliekamas 100 projektų, kadangi preliminariai įvertinta, jog elektroninė skaityklė, kurioje skaitomi skaitmeniniai brėžiniai, tarnaus naudojant gamybos metu maždaug apie 1 metus. (skaityklių gamintojų nustatomos darbo valandos). Taigi būvio ciklo vertinimui priimama, kad 3000 popierinių brėžinių atitinką 1 skaityklės gamybą ir naudojimą tam pačiam darbui ir tam pačiam laikotarpiui.

Būvio ciklo tyrimo metu bus įvertintos medžiagos skaityklės gamybai, technologiniai procesai ir jų sukeliama tarša gamybos proceso metu, energija, kuri reikalinga gamybai ir skaityklės naudojimui Naicker ir Co-hen, [34]. Tyrime įtrauktos ir skaityklės gamybos metu susidaranti nuotekos. Transportavimas paskaičiuotas ir taip pat įtrauktas į būvio ciklo vertinimą, kad būtų atsižvelgta į kiekvieno proceso poveikį aplinkai. Įtraukta ir paskaičiuota oro tarša, ji susumuota į bendrą taršą pagal cheminius elementus.

Tyrimui reikalingi duomenys surinkti iš įvairių duomenų bazių, statistikos departamento. Tarša, susijusi su transportu, popieriaus gamyba ir elektra, apskaičiuota naudojant „Tektug Carbon Calculator“ skaičiuoklę. Taip pat elektroninės skaityklės medžiagiškumo duomenys buvo panaudoti remiantis Naicker ir Co-hen [34] atliktu tyrimu „A life cycle assessment of e-books and printed books in South Africa“ . 18 pav. pateikiami procesų įvediniai ir išvediniai skaitmeniniuose brėžiniuose.



18 pav. Popierinių brėžinių procesu įvediniai ir išvediniai



19 pav. Skaitmeninių brėžinių procesų įvediniai ir išvediniai

Sudarius procesų įvedinių ir išvedinių schemas matoma, kad popieriniai brėžiniai turi daugiau procesų, kurie susidaro dėl pačio brėžinio atvaizdavimo proceso metu naudojamų dažų ir pačio spausdinimo, kurio metu reikalinga energija, o dažymo metu išsiskiria lakieji organiniai junginiai. Elektroninės skaityklės gamybos ir naudojimo procesų turi mažiau. Pagal schemas matome, kad pagrindiniai išėjimai yra oro tarša, atliekos susidaranti gamybos metu, nuotekos. Duomenys, reikalingi būvio ciklo vertinimui, pateikiami lentelėje nr 8 „NoName“ gamybos ir tarnavimo laiko vieneriems metams. Popieriniai brėžiniai 3000 A3 formato, iš abiejų pusių spausdinti lapai: lentelėje nr 9.

8 lentelė. „NoName“ skaityklės įvediniai

Įėjimai / Išėjimai (Per metus)	Įėjimas	Kiekis
„NoName“ skaityklės gamyba	Plokščias stiklas	61 g
	Skystųjų kristalų ekranas	109 g
	Aliuminis, legiruotas lidinys	86 g
	Akrilnitrilo-butadien-stireno kopolimeras	33 g
	Baterija ličio jonų	161 g
	Polistirenas, bendrosios paskirties	66 g
	Gofruoto kartono dėžutė	166 g
	Integruota grandinė, loginio tipo	24 g
	Integruota grandinė, atminties tipas	8 g
„NoName“ skaityklės transportavimas iš gamyklos	Transportas, kroviniai, jūra, tranzitiniai laivai	8310 km.
Naudojimas	Operacijos, kompiuterio, darbalaukio, biuro naudojimas	0.05 val.
	Elektra, žemos įtampos	8,47 Wh
	Elektra, žemos įtampos	19.9 Wh

Iš sudarytų įvedinių gaunami būvio ciklo tyrimui reikalingi duomenys. Šie duomenys apima nuo pat elektroninės skaityklės žaliavų išgavimo iki surinkimo ir transportavimo pas naudotoją.

**9 lentelė.** 3000 Popierinių brėžinių įvediniai

<b>Įėjimai / Išėjimai (Per metus)</b>	<b>Įėjimas</b>	<b>Kiekis</b>
Popiermedžio transportavimas	Popiermedis	1600 Km.
Plaušienos gamyba	Elektra, vidutinės įtampos	3.140 kWh
Popieriaus gamyba	Plaušiena	0.836 m <sup>3</sup>
	Vanduo	1.197 m <sup>3</sup>
	Elektra, vidutinės įtampos	19.9 Wh
Pagaminto popieriaus transportavimas naudotojui	Popierius (33.4 Kg.)	10 km.
Spausdinimas	Popierius (33.4 Kg.) ir elektros energija	2.4 kWh
	Rašalas	680 ml

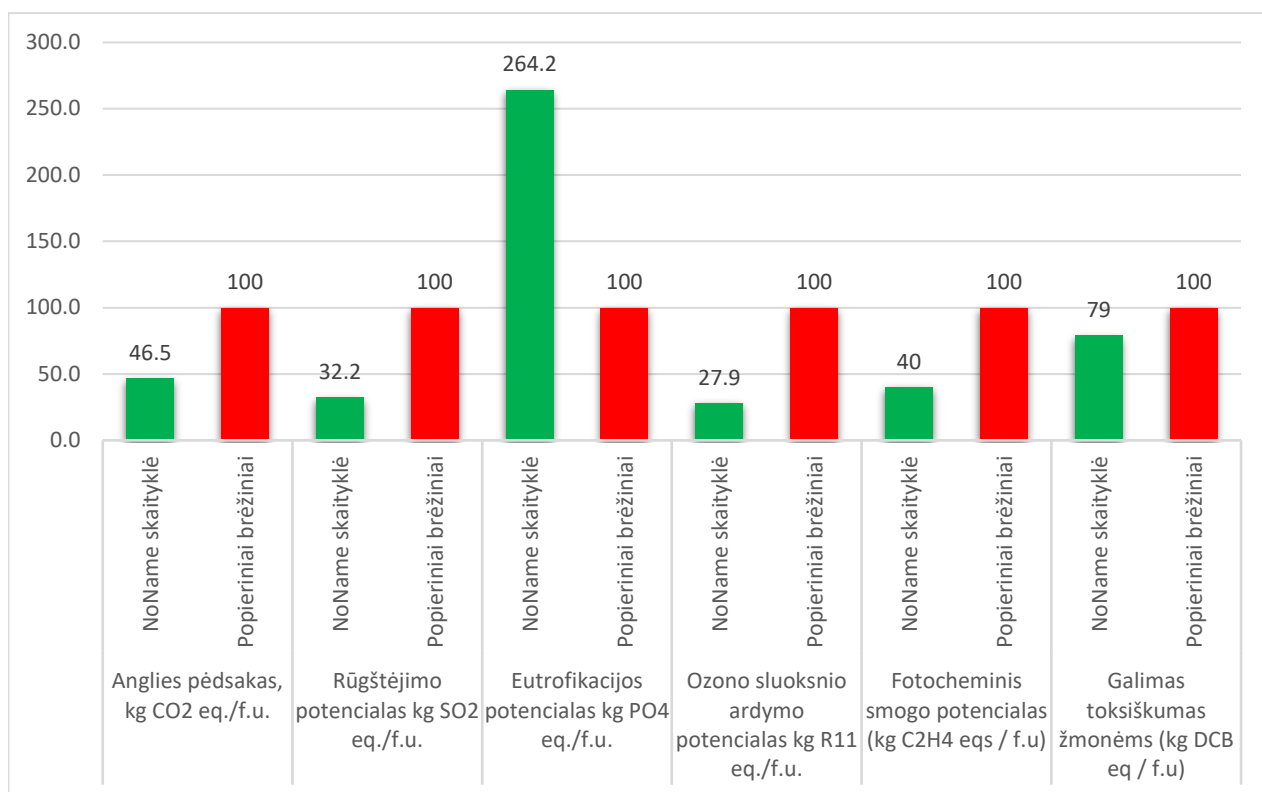
Iš sudarytu įvedinių gaunami būvio ciklo tyrimui reikalingi duomenys. Šie duomenys apima nuo pat popieriaus gaminimo iki naudojimo jau kaip atspausdinto brėžinio.

Siekiant nustatyti, koks poveikis aplinkai būtų modernizavus brėžinių pateikimo procesą ir pakeitus popierinius brėžinius, buvo atliktas būvio ciklo vertinimas su „CCaLC2“ programine įranga ir buvo gauti šie rezultatai. Išsamesnės diagramos su kiekvienos kategorijos poveikių palyginimu pridedamos prieduose.

**10 lentelė.** Būvio ciklo analizės palyginimas po modernizacijos ir iki modernizacijos

<b>Anglies pėdsakas, kg CO2 eq./f.u.</b>		<b>Rūgštėjimo potencialas kg SO2 eq./f.u.</b>		<b>Eutrofikacijos potencialas kg PO4 eq./f.u.</b>		<b>Ozono sluoksnio ardymo potencialas kg R11 eq./f.u.</b>		<b>Fotocheminis smogo potencialas kg C2H4 eqs / f.u</b>		<b>Galimas toksiškumas žmonėms kg DCB eq / f.u</b>	
NoNa me skaityklė	Popieriniai brėžiniai	NoNa me skaityklė	Popieriniai brėžiniai	NoNa me skaityklė	Popieriniai brėžiniai	NoNa me skaityklė	Popieriniai brėžiniai	NoNa me skaityklė	Popieriniai brėžiniai	NoNa me skaityklė	Popieriniai brėžiniai
43,18	92,8	0,22	0,67	0,40	0,15	0,000012	0,000043	0,01	0,03	5,90	7,47





**20 pav.** Būvio ciklo analizės suliginimas iki modernizacijos ir po modernizacijos (proc.)

Atlikus būvio ciklo analizę, buvo gauti rezultatai, iš kurių matoma, kad bendrai beveik visuose kategorijose popieriniai brėžiniai turi didesnę poveikį aplinkai nei „NoName“ skaityklės naudojimas. Vienintelė kategorija, kurioje elektroninė skaityklė turi didesnę poveikį aplinkai nei popieriniai brėžiniai yra, eutrofikacijos potencialas. Šioje kategorijoje elektroninė skaityklė turi 2,67 karto didesnę poveikį aplinkai nei popieriniai brėžiniai. Tačiau visose kitose likusiose kategorijose elektroninė skaityklė turi mažesnę poveikį aplinkai. Anglies pėdsako kategorijoje popieriniai brėžiniai turi 2,15 karto didesnę poveikį aplinkai, rūgštėjimo potencialo kategorijoje popieriniai brėžiniai turi 3,046 karto didesnę poveikį aplinkai, ozono sluoksnio ardymo kategorijoje popieriniai brėžiniai turi 3,6 karto didesnę poveikį aplinkai, fotocheminio smogo potencialo kategorijoje popieriniai brėžiniai turi 3 kartus didesnę poveikį aplinkai ir galimo toksiškumo žmonėms kategorijoje popieriniai brėžiniai turi 1,27 karto didesnę poveikį aplinkai. Popierių brėžinių būvio cikle didesnę poveikį aplinkai daro įtaką, plaušienos gamyba, spausdinimas ir transportavimas. Tyrimui pasirinkta elektroninė skaityklė yra surenkama vienoje vietoje turint visas medžiagas ir išvengiant transportavimo. Lieka tik atvežti surinkta skaityklę naudotojui.

Atliekant būvio ciklo analizę popierinių brėžinių pakeitimui skaitmeniniais buvo siekiama sužinoti, kaip keisis poveikis aplinkai prieš modernizuojant brėžinių perdavimo ir naudojimo procesą ir iki dabar buvusį procesą. Atlikus būvio ciklo analizę su programine įranga CCaLC 2 buvo gauti rezultatai, jog ši modernizacija padėtų sumažinti poveikį aplinkai.

### 5.3. Ekologinis projektavimas

Tiriamojame įmonėje buvo vykdomas ekologinio projektavimo projektas. Šis projektas buvo pasiūlytas ir vykdomas siekiant sumažinti elektros energijos sąnaudas, atliekų ir broko skaičių (kuris

gaunamas dėl vienetinei gamybai būdingo vis kitokių mazgų sprendimo), dėl nepasikartojančios produkcijos. Šiuo projektu siekiama palengvinti projektavimo, gamybos ir vartojimo galimybes, modernizuojant motoreduktoriaus su guoliaviete laikiklių ir motoreduktoriaus apsauga mazgą. Šiam projektui buvo sudaryta darbo grupė.

Ekologinio projektavimo taikymą analizuojamoje įmonėje skatina ne tik siekiami aplinkos apsaugos bei ekonominiai aspektai, bet tiek vidinės, tiek išorinės paskatos.

#### **Įmonės vidinės paskatos:**

- Ekonominis augimas atvertų platesnį klientūros spektrą, atsirastų klientai, kurie vertina ekologiškesnį gaminį ir yra nusiteikę už jį mokėti daugiau. Taip būtų skatinamas įmonės ekonominis augimas.
- Įvaizdžio kūrimas sukuriamas aplinkai draugiškos, socialiai atsakingos įmonės įvaizdis.
- Gaminio kokybės užtikrinimas, atliekant ekologinį projektavimą, yra lyginamos medžiagos, iš kurių gaminama produkcija. Todėl parenkamos medžiagos yra vienodai kokybiškos arba kokybiškesnės už įprastai konkurentų naudojamas medžiagas.
- Darbuotojų motyvavimas ir atsakomybės skatinimas – darbuotojai informuojami apie ekologinį projektavimą, jo teikiamą naudą gamtai ir žmogui, atsisakant kenksmingų medžiagų gamyboje, įmonės organizuojamuose seminaruose.

#### **Įmonės išorinės paskatos:**

- Aplinkos apsaugos politika – įmonė gamindama maisto pramonės technologinius įrengimus deklaruoja savo, kaip gamintojo atsakomybę.
- Rinkos reikalavimai ir konkurencija – ekologiškai draugiška įmonė kelia aukštesnius reikalavimus medžiagų tiekėjams, taip skatindama konkurenciją. Taip pat, gamindama ekologišką produktą, įgauna pranašumą ir tarp savo konkurentų.
- Aplinkos apsaugos kriterijų įtraukimas į analizuojamos įmonės gaminių specifikaciją. Įmonė gali pradėti ekologiškų gaminių gamybos plėtrą, užtikrindama mažesnę taršą ir kokybiškesnių (ekologiškų) produktų pasiūlą, kuriant gamybos aprašus su informacija, kuri susijusi su aplinkos apsauga, kurios vis dažniau reikalauja klientai.

Tiriamajoje įmonėje buvo sudaryta ekologinio projektavimo darbo grupė, kuri nusprendė, kokiam mazgui bus atliktas tyrimas. Toliau visuose projekto etapuose darbo grupė generuoja idėjas, apie jas diskutuoja ir analizuoja, ko reikia jos įgyvendinimui.

#### **Sudaryta darbo grupė:**

- projektų vadovas,
- projektavimo vyr. inžinierius,
- įmonės vadovas,
- tiekimo vadybininkas,
- pardavimų direktorius,
- ekologinio projektavimo konsultantas (šio magistrinio darbo autorius),
- projektų inžinierius,
- gamybos vadovas.

Darbo grupė įmonėje žingsnis po žingsnio padėjo taikyti ekologinio projektavimo sisteminę metodiką. Ekologinio projektavimo žingsniuose dalyvavo ir įmonės vadovas, gamybos vadovas, pardavimų vadovas. Vadovai priėmė galutinius sprendimus – suteikti leidimus ir pritarti idėjų įgyvendinamumui.

Projektavimo inžinierius ir projektų vadovas atsakingi už naujai kuriamos koncepcijos technologinius, estetinius, konstrukcinius bei ergonominius atitikimus pagal naujai sugeneruotą idėją.

Ekologinio projektavimo konsultantas (šio magistrinio darbo autorius) atsakingas, kad naujai sugeneruota idėja būvio cikle darytų mažesnę neigiamą poveikį aplinkai nei prieš tai buvęs produktas.

Ekologinio projektavimo metu buvo sudarytas sąrašas tų, kurie yra suinteresuoti vykdomu naujos koncepcijos kūrimu ekologinio projektavimo metu.

#### **Suinteresuotųjų indentifikavimas, partneriai:**

- Aplinkos apaugos agentūra;
- Tiekėjai;
- Konkurentai;
- Prekybos ir pramonės organizacijos;
- Akcininkai.

#### **5.3.1. Ekologinio projektavimo objektas tiriamojoje įmonėje**

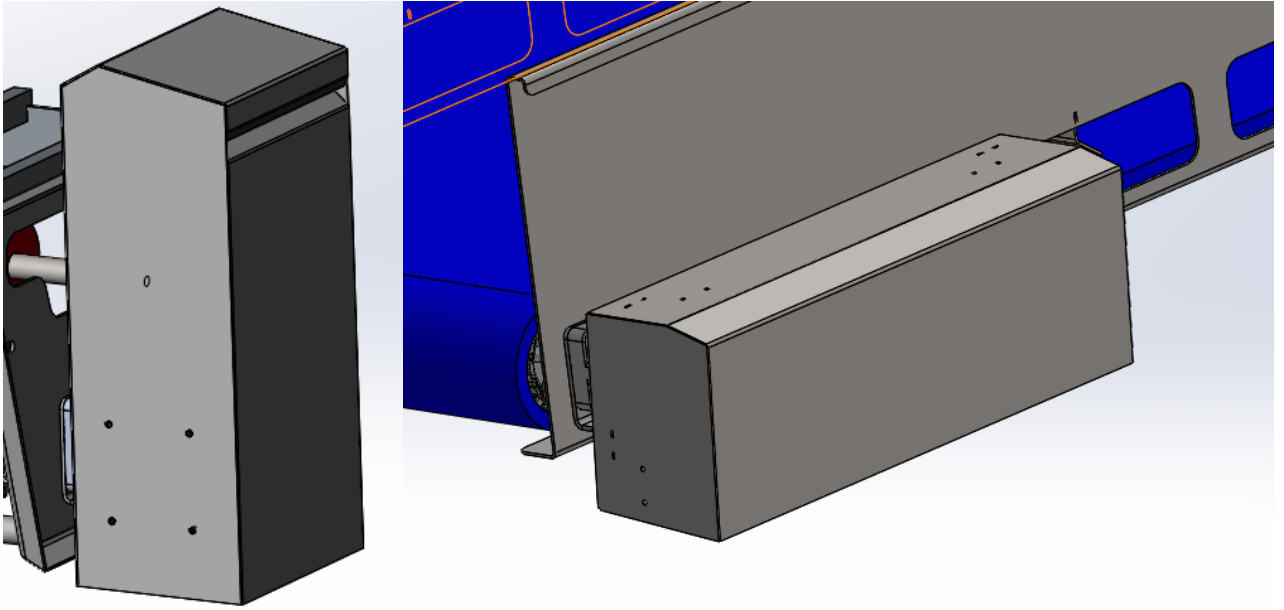
Ekologiniam projektavimui iš įmonės gaminamos produkcijos buvo pasirinktas konvejerių vienas sudedamasis mazgas – motoreduktoriaus su guoliaviete laikiklių ir motoreduktoriaus apsauga mazgas. Šis mazgas buvo pasirinktas dėl to, kad jis dažniausiai naudojamas gaminamoje produkcijoje ir reikalingas beveik visiems technologiniams įrenginiams, kurie turi motoreduktorius.

Analizuojamos įmonės gaminamuose technologiniuose įrenginiuose naudojami motoreduktoriai turi būti apsaugoti įrangos plovimo metu, kuris vyksta maisto pramonės įmonėse su chemikalais ir aukšto slėgio vandens srove. Todėl ši apsauga yra privaloma siekiant išvengti gaminamos technologinės įrangos sugadinimo.

Kadangi įmonėje vykdoma nestandartinių maisto pramonės technologinių įrenginių gamyba, šis mazgas visuose įrenginiuose yra individualiai projektuojamas ir kiekvieną sykį vis gaminamas kitoks nei buvęs prieš tai.

**11 lentelė.** Pasirinkto ekologinio projektavimo mazgo medžiagiškumo lentelė

<b>Medžiaga</b>	<b>Kiekis</b>
AISI304 Nerūdijančio plieno lakštas 1,5-5mm storio	10,09 kg
AISI304 Nerūdijančio plieno vamzdis Ø25x2	0,06 kg
Guminis amortizatorius	0,01 kg
AISI304 Varžtai	0,2 kg
AISI304 M10 Smeigės	0,12 kg
Bendras svoris	10,68 kg



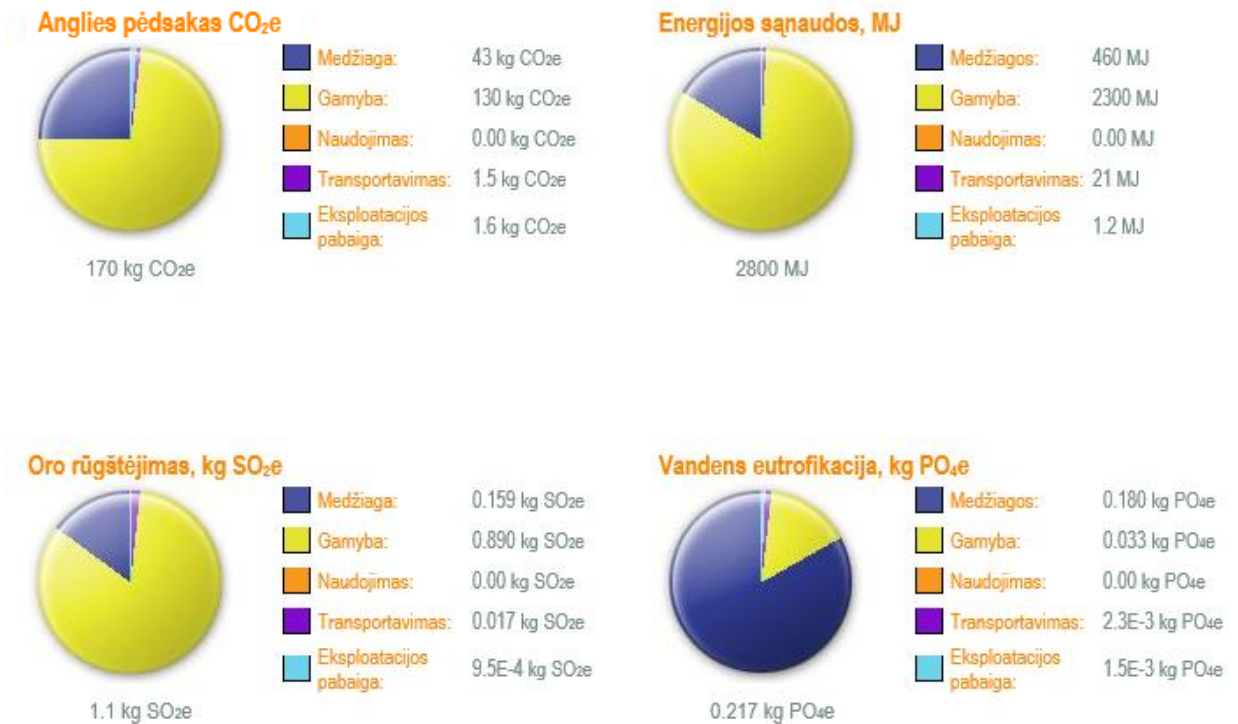
**21 pav.** Pasirinktas ekologinio projektavimo objektas

### **5.3.2. Pasirinkto gaminio būvio ciklo įvertinimas**

Ekologiniam projektavimui iš įmonės gaminamos produkcijos pasirinktam motoreduktoriaus su guoliaviete laikiklių ir motoreduktoriaus apsauga mazgui buvo atliktas būvio ciklo vertinimas naudojant projektavimo programą *Solidworks*.

Buvo apskaičiuota, kiek elektros energijos suvartoja vienas projektavimo kompiuteris, paskaičiuota, kiek užtrunka suprojektuoti vieną pasirinktą mazgą (vidurkis).

Iš įmonės nurašymų sistemos „Kontor“ paimta, kiek vidutiniškai projektuotojas projektuoja vieną tokį mazgą. (5 val. – 1 mazgas). Toje pačioje sistemoje buvo paimta, kiek praėjusiais metais buvo pagaminta technologinių įrenginių, kuriems buvo reikalingas šis mazgas. (180 vnt.). Projektavimo kompiuteris su įjungta projektavimo programa „Solidworks“ suvartoja 0,228 kW per valandą. Jei vienam mazgui reikia 5 val., tai vienam mazgui suprojektuoti sunaudojama 1,14 kW elektros energijos. Tokių projektų per metus būna 180, tai per metus šio mazgo projektavimui sunaudojama 205,2 kWh elektros energijos. Šis suvartojamos elektros energijos kiekis buvo įrašytas į gamybos procesą, kadangi gamybos procesą sudaro projektavimas ir suprojektuoto gaminio gamyba.



**22 pav.** Būvio ciklo tyrimo rezultatai prieš ekologinio projektavimo projektą

Atlikus būvio ciklo vertinimą iki ekologinio projektavimo, su programa „Solidworks“ gauti rezultatai parodo, kad anglies pėdsako, energijos sąnaudų, oro rūgštėjimo ir vandens eutrofikacijos kategorijose didžiausią reikšmę sudaro gamybos procesas. Pačiam gamybos procese įvertinta, jog lakštinis metalas yra apdorotas pjovimo lazeriu ir lenkimo staklėmis, projektavimo metu bus suvartojama elektros energija, visas mazgas iš dalies suvirinamas arba sutvirtinamas varžtais.

### 5.3.3. Idėjų generavimas ir idėjų prioretizavimas

Naujo gaminio idėjų generavimui naudojamas „Protų šturmo“ metodas. Naudojant šį metodą tam tikrose problematiškiausiose srityse yra siūlomos idėjos, kurios padėtų išspręsti iškeltas problemas. Šiuo atveju iškeltos problemos tai projektavimo metu sunaudojamos elektros energijos metu gaunamas neigiamas poveikis aplinkai, kaip galima sumažinti elektros sąnaudas, ką daryti kitaip, jog šioje vietoje būtų sumažinamas neigiamas poveikis aplinkai.

Protų šturme dalyvavo:

- 5 darbuotojai iš gamybos skyriaus,
- projektavimo skyrius,
- gamybos bei projektavimo vadovai,
- konsultantas
- įmonės vadovas.

Protų šturmo, visi sugeneruoti pasiūlymai ir idėjų prioretizavimas pateiktas priede nr. 1.

Protų šturmo metu buvo siūlomos idėjos visose problematiškiausiose srityse :

- Pasirinkti mažesnę poveikį aplinkai turinčias medžiagas;
- Sumažinti medžiagų sąnaudas;
- Pasirinkti mažesnę poveikį aplinkai turinčius gamybos būdus;
- Mažinti poveikį aplinkai transportuojant;
- Optimizuoti gaminio būvio ciklą;
- Optimizuoti gaminio, virtusio atliekomis, atliekų tvarkymo sistemą;
- Optimizuoti gaminį.

Iš šių problematinių sričių daugiausia idėjų buvo sugeneruota „Optimizuoti gaminį“ ir „Optimizuoti gaminio būvio ciklą“.

Idėjų generavimo metu atrinkta, kurios idėjos yra tinkamos ir kurios netinkamos, taip pat reikia atrinkti tinkamiausią idėją iš tinkamų, kad galėtų būti kuriamas koncepcijos prototipas. Tam pasitelkta idėjų atrinkimo ir prioretizavimo lentelė.

Atlikus idėjų atrinkimą ir prioretizavimą buvo pasirinktas naujas mazgo prototipas, kuris bus universalus ir atitiks visus technologinius įrenginius, kurie bus gaminami ir kuriems bus reikalingas šis mazgas. Ši atrinkta idėja panaikina projektavimo poreikį šiam mazgui ir sutaupo elektros energijos.

#### **Atlikus idėjų generavimą priimta projektuoti tokio gaminio prototipą:**

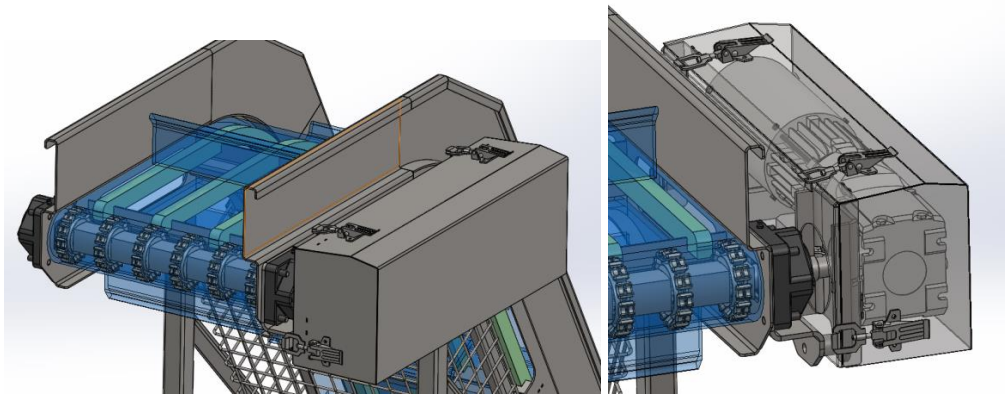
Nuspręsta su projektavimo programa *SolidWorks* suprojektuoti universalų motoreduktoriaus su guoliaviete laikiklių ir motoreduktoriaus apsaugos mazgą, kuris tiktų didžiajai daliai visų gaminamų maisto pramonės technologinių įrengimų.

Perprojektuojant motoreduktoriaus su guoliaviete laikiklių ir motoreduktoriaus apsaugos mazgą reikia atlikti simuliaciją ir pagal ją ploninti plokščių storį iki galimos normos. Suprojektuoti funkcionalumo galimybes motoreduktoriaus apsaugos mazgui, padaryti motoreduktoriaus apsaugos dangčio nuėmimą su greitais užraktais, kad būtų lengvesnis motoreduktoriaus aptarnavimas greitai nuimant dangčius. Visoms tarpusavyje suvirinamoms detalėms naudoti „Key-lock“ principą.

**12 lentelė.** Ekologiniam projektavimui pasirinkto mazgo po ekologinio projektavimo medžiagiškumo lentelė

<b>Medžiaga</b>	<b>Kiekis</b>
AISI304 Nerūdijančio plieno lakštas 1,5-5mm storio	10,09 Kg.
AISI304 Nerūdijančio plieno vamzdis Ø25x2	0,06 Kg.
Guminis amortizatorius	0,01 Kg.
AISI304 Užraktai	0,4 Kg.
AISI304 M10 Smeigės	0,12 Kg.
Bendras svoris	8,8 Kg.

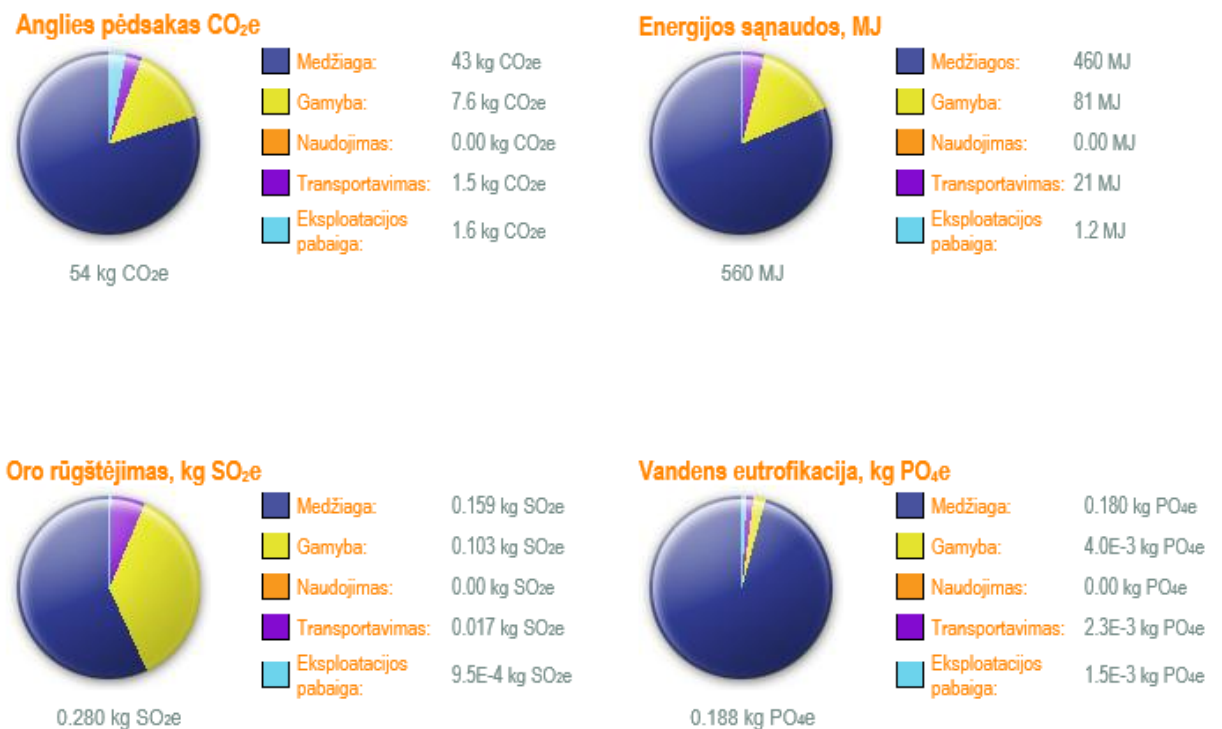
Motoreduktoriaus su guoliaviete laikiklių ir motoreduktoriaus apsaugos mazgas pagamintas iš AISI316 nerūdijančio plieno markės 1,5; 3; 5 mm. storio lakštų. AISI304 nerūdijančio plieno vamzdžio, M10 smeigių, guminis amortizatorius, užraktai.



23 pav. Suprojektuotas naujų laikiklių ir apsaugos konceptas.

### 5.3.4. Naujai sukurto gaminio aplinkosauginė analizė ir palyginimas

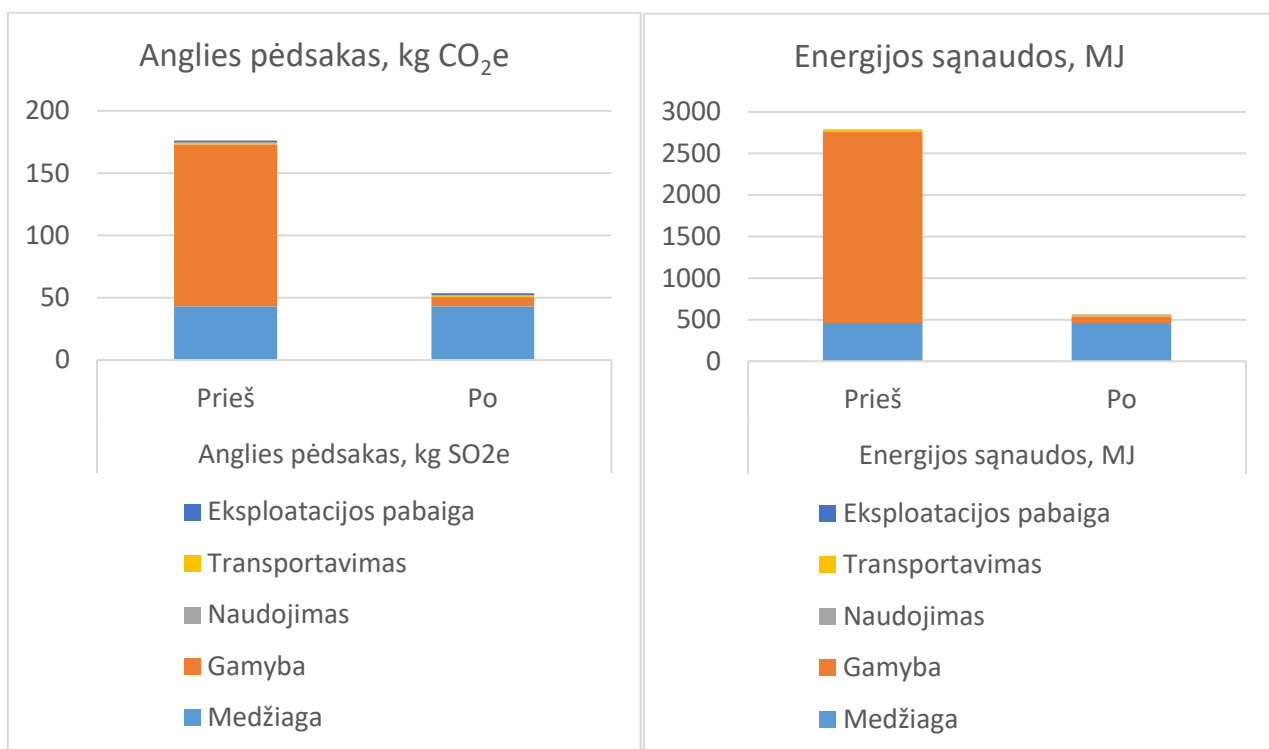
Su programa „SolidWorks“ Sustainability papildiniu atliekamas būvio ciklo vertinimas ir naujai suprojektuotam konceptui. Vertinant, kad jam reikės projektavimo metu sunaudojamos energijos tik 1,14 kWh, nes jis bus standartinis ir universalus. Pritaikomas visiems tokio mazgo reikalaujantiems įrenginiams.



24 pav. Būvio ciklo tyrimo rezultatai po ekologinio projektavimo projektą

Gauti rezultatai rodo, kad po ekologinio projektavimo koncepto pritaikymo, pagrindinė tarša yra pati medžiaga, tai yra metalas ir jo išgavimas, o nebe gamybos procesas kaip būvio cikle iki ekologinio projektavimo.

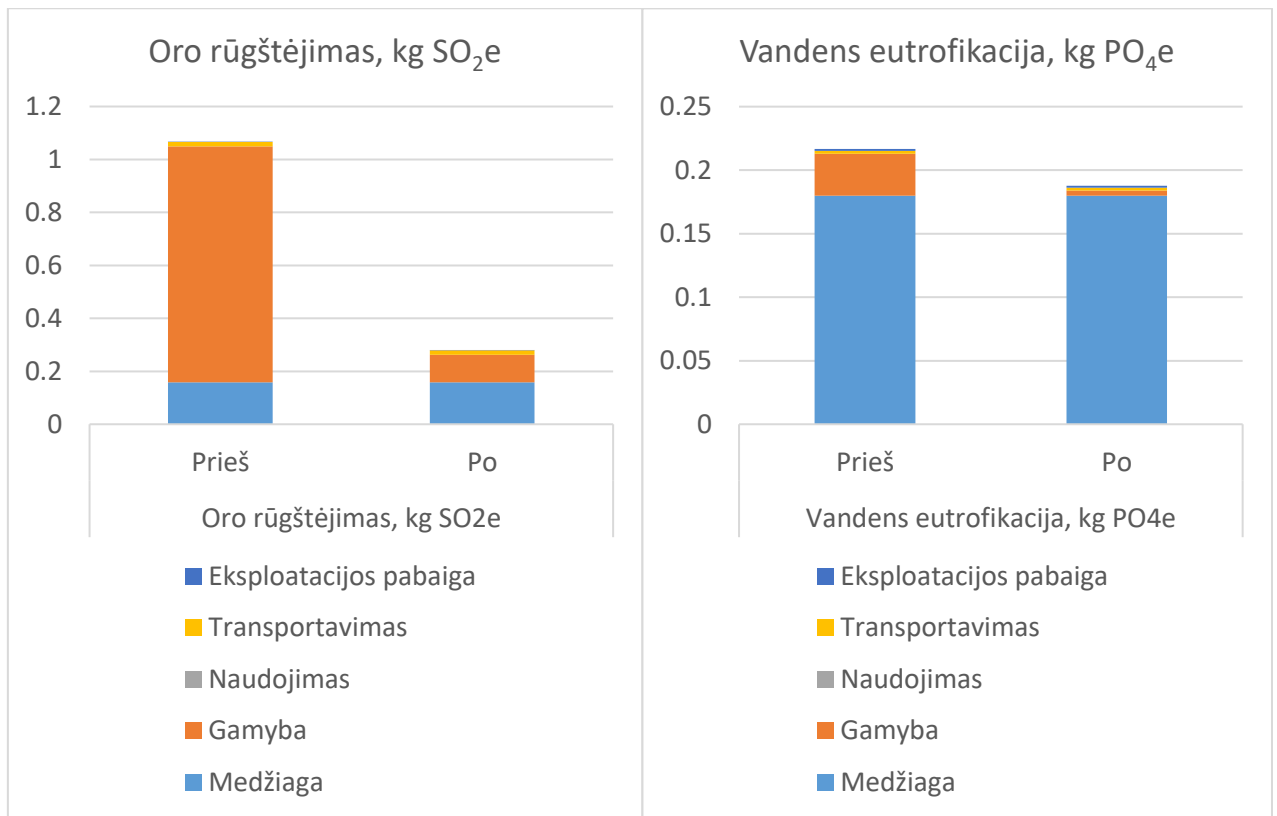
Toliau atliekama būvio ciklo palyginamoji analizė prieš pritaikant ekologinio projektavimo konceptą ir jau pritaikius. Taip siekiama išsiaiškinti, kaip pasikeis poveikis aplinkai.



**25 pav.** Anglies pėdsakas ir energijos sąnaudos.

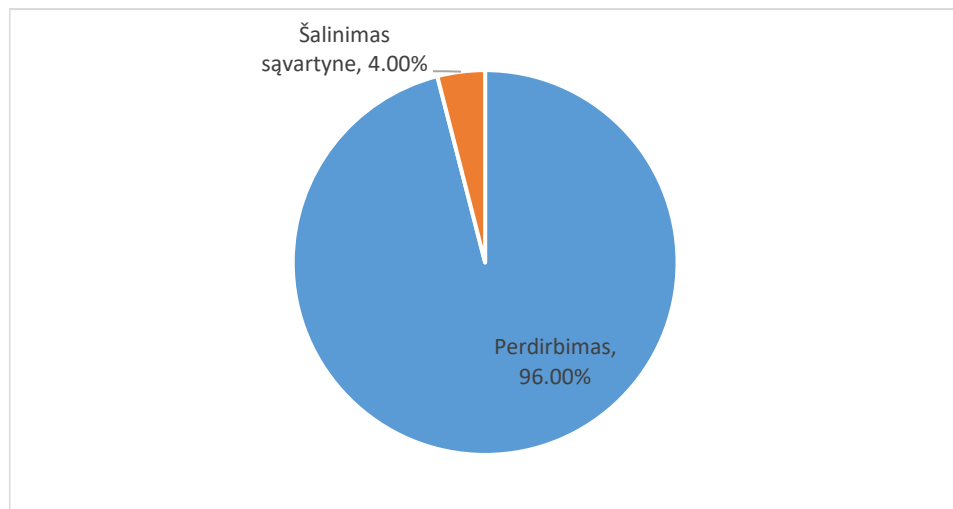
Anglies pėdsako ir energijos sąnaudų kategorijos rodo ryškų poveikio aplinkai sumažėjimą. Ir tam įtakos turi sukurtas universalus mazgas, kuris nebereikalauja projektavimo metu sunaudojamos elektros energijos, taigi, anglies pėdsako poveikis aplinkai sumažėja 122,4 kg. per metus. Taip pat energijos sąnaudos per metus sumažėja net 2,219 GJ.





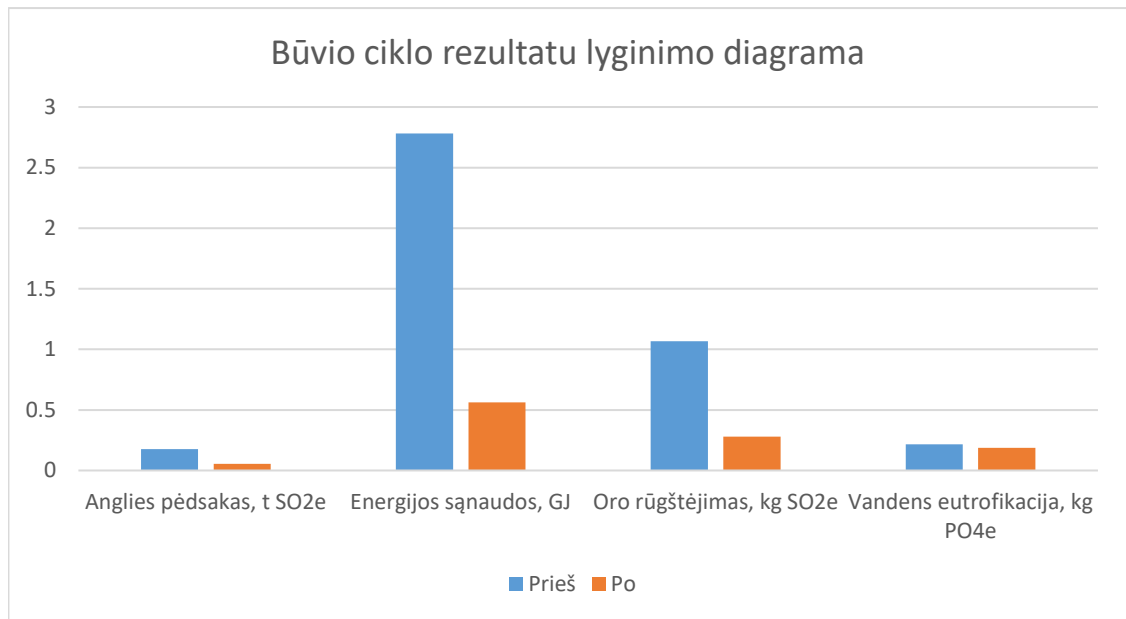
**26 pav.** Poveikis rūgštėjimo ir eutrofikacijos poveikio kategorijose.

26 pav. taip pat matomas mažesnis poveikis aplinkai po ekologinio projektavimo koncepto įdiegimo ir įtaką tam padarė tas pats universalus sukurtas mazgas, kuriam nebereikia projektavimo metu sunaudojamos elektros energijos.



**27 pav.** Produkto tapusio atlieka deponavimas (pagal medžiagas, proc.)

Šioje diagramoje pateikiama, kaip šis mazgas, jau tapęs atlieka, deponuojamas. Kadangi beveik visa mazgo sudėtis yra nerūdijantis plienas, tai, kai jis tampa atlieka, yra perdirbamas, išlydomas ir vėl iš jo gaminami ruošiniai. Guminis amortizatorius yra dažniausiai šalinamas sąvartyne.



**28 pav.** Būvio ciklo rezultatų palyginimas iki ekologinio projektavimo ir po.

Bendroje būvio ciklo rezultatų palyginimo diagramoje matomas mažesnis poveikis aplinkai visose tyrimo kategorijose. Didžiausias poveikio pokytis yra elektros sąnaudų kategorijoje, net 4,94 karto mažesnis poveikis aplinkai. Kiti sumažėjimai tokie: Anglies pėdsakas – 3,28 karto; Oro rūgštėjimas 3,81 karto; Vandens eutrofikacija 1,15 karto. Po ekologinio projektavimo koncepto pritaikymo įmonėje, tam įtaka padarė motoreduktorius su guoliavietės laikiklių ir motoreduktorius apsaugos mazgo perprojektavimas pagal protų šturmo metu sudarytas idėjas, kurios buvo prioretizuotos ir gautas konceptas. Perprojektuotas mazgas yra universalus ir nebebus reikalingas projektavimas šio mazgo kiekvienam gaminiui atskirai. Tai reiškia, kad nebelieka projektavimo metu sunaudojamos elektros energijos, dėl kurios ir gaunamas šis daug mažesnis poveikis aplinkai.

## Išvados

1. Gamybos procesas apibūdinamas kaip gamybos faktorių sujungimas, kuris leidžia sukurti tam tikrą produkciją, siekiant ją parduoti. Laikui bėgant gamybos procesai keičiasi: gamybą, atliekamą rankiniu būdu, keičia vis sudėtingesni automatiniai procesai, kurie reikalauja mažiau žmogaus pastangų, tačiau sunaudoja daugiau energijos ir daro poveikį aplinkai. Šiuo metu daug pramonės įmonių užsiima vienetine, užsakomųjų/nestandartinių prekių gamyba, kur metalas naudojamas kaip pagrindinė žaliava, o gamybai reikalingos didelės energijos sąnaudos. Poveikis aplinkai dėl žmogaus vykdomos veiklos veikia daug ir įvairių gyvybiškai svarbių objektų: vandenį, orą, dirvožemį ir kt., todėl gamybinės įmonės atlieka poveikio aplinkai vertinimą, kurio metu išsiaiškina, koks jų vykdomos veiklos poveikis aplinkai. Atlikus poveikio aplinkai vertinimą, pasitelkiant skirtingas priemones siekiama sumažinti neigiamą poveikį aplinkai. Šias alternatyvas generuoti padeda ekologinis projektavimas, būvio ciklo vertinimas, aplinkosauginiams sprendimams įmonės naudoja ir Leann vadybos metodus (teorijoje aprašomi: vertės kūrimo žemėlapis, gamybos tiekimo grandinė, 5S modelis).
2. Atliekų prevencija Lietuvoje reglamentuojama Valstybinėje atliekų prevencijos programoje, kurioje nurodomos pramonės įmonėse taikomos atliekų prevencijos priemonės tokios kaip taršos prevencija ir kontrolė, gamtos išteklių taupymo ir atliekų mažinimo planai, švaresnės gamybos ir atliekų prevencijos projektų skatinimas, ekologinis gaminių projektavimas, kenksmingų medžiagų ribojimai, aplinkos vadybos sistemos ir kita. Siekiant įgyvendinti Valstybinėje atliekų programoje keliamus tikslus, gamybos įmonės, kuriose popierius viena iš pagrindinių atliekų, vykdo „Pramonė 4.0“ programą – dokumentų skaitmenizavimą. Įmonės, kuriose metalas naudojamas kaip pagrindinė žaliava, nereikalingas, gamybos procesuose atliekęs metalas gabenamas į metalo supirktuves perdirbimui ir pakartotiniam panaudojimui. Gamybos įmonės siekia atliekų prevencijos tam, kad prisidėtų prie Darnaus vystymosi tikslų įgyvendinimo. Lietuvoje gamybai iškeltas 9 „kurti infrastruktūrą, skatinti visą apimančią industrializaciją ir naujoves“ ir 12 tikslai „užtikrinti darnius vartojimo ir gamybos modelius“.
3. Atlikus pirminę aplinkos aupsaugos analizę buvo išanalizuota tiriamosios įmonės aplinkosauginė esama situacija.
  - a) Sudarius technologinių procesų srautų schemą, buvo nustatyta, kad visiems technologiniams procesams reikalinga elektros energija, taip pat didžiojoje dalyje procesų naudojamas nerūdijantis plienas, kuris yra pagrindinė žaliava, naudojama analizuojamoje įmonėje. Technologinių procesų srautų schemoje matomi išvediniai, tokie kaip: produkcija, elektros energijos nuostoliai, metalo atliekos, popieriaus atliekos, rūgštis bei dažų atliekos, stiklo dulkių atliekos, plastiko atliekos, oro tarša.
  - b) Sudarytas tiriamosios įmonės medžiagų ir energijos balansas, remiantis įmonės statistiniais duomenimis ir dokumentų analize, buvo gauti tikslūs kiekiai įvedinių ir išvedinių. Didžiausią kiekį įvedinių sudaro pagrindinė įmonės naudojama žaliava, nerūdijančio plieno metalo lakštai, popierius ir elektros energija. O pagrindiniai išvediniai yra metalo laužas ir popieriaus atliekos.
  - c) Apskaičiavus tiriamojoje įmonėje veikiančių technologinių įrenginių emisijas buvo nustatyta, kad įmonėje veikiančių technologinių įrenginių emisijų daugiausia yra KD (kietųjų dalelių) ir ksileno iš dažymo proceso. Analizės metu buvo nustatyta, kad vienintelis įmonėje naudojamas dažymo procesas neturi filtravimo sistemos iš ventiliacijos, taip pat ir dažymo įranga buvo piršta jau naudota. Nors ir neviršija LR aplinkos ministro įsakymo nustatytų leistinų LOJ išmetimų.

- d) Atlikus tiriamosios įmonės susidarančių atliekų analizę, buvo sudaryta susidarančių atliekų apibendrinamoji suvestinė, iš kurios gauta, kad daugiausia įmonėje suakumuliuojama metalo ir popieriaus atliekų.
- e) Išanalizavus tiriamosios įmonės atliekų tvarkymo ir prevencijos metodus nustatyta, kad tiriamojoje įmonėje taikomi atliekų tvarkymo ir prevencijos metodai yra nepakankami. Analizuojama įmonė pagrindines susidarančias atliekas bando mažinti spausdindama brėžinius iš abiejų pusių lapo ir iš likusių metalo atraižų gaminant įmonės suvenyrus ir atributiką.
4. Pagal atliktą tiriamosios įmonės, aplinkosauginę analizę, iš kurios gauta, kokią taršą išskiria visi veikiantys technologiniai įrenginiai įmonėje, kokių ir kiek atliekų susidaro, buvo pasiūlyti trys poveikio aplinkai mažinimo būdai. Pirmasis būdas modernizuoti dažymo procesą. Antrasis poveikio aplinkai mažinimo būdas – modernizuoti vieną iš procesų ir vietoj spausdinamų popierinių brėžinių naudoti skaitmeninius brėžinius. Trečiasis – buvo atliktas ekologinio projektavimo projektas.
- a) Dažymo proceso modernizavimui buvo sudaryta kaskadinė aplinkos valdymo sistema su 2 grįžtamaisiais ryšiais ir galimo trikdžio kompensavimu. Taip pat buvo siūloma statyti filtravimo įrangą už dažymo kameros ventiliacijos. Šios filtravimo įrangos efektyvumas nuo 97% iki 98,5%. Tai leistų sumažinti LOJ išmetimus mažiausiai 97 % ir gauti blogiausiomis sąlygomis, kad išmetimai po filtravimo būtų: C8H10(ksilolo) = 6,21 kg/m.; LOJ = 6,21 kg/m.; KD (dažų aerolio) = 1,52 kg/m.
- b) Proceso modernizavimui pakeičiant popierinius brėžinius į skaitmeninius buvo atliekama būvio ciklo analizė, siekiant palyginti, kaip pasikeis poveikis aplinkai po proceso modernizavimo. Gauti rezultatai rodo, kad poveikis aplinkai sumažėja tokiose srityse, kaip: anglies pėdsako kategorijoje 2,15 karto, rūgštėjimo potencialo kategorijoje 3,05 karto, ozono sluoksnio artymo kategorijoje 3,6 karto, fotocheminio smogo potencialo kategorijoje 3 kartus ir galimo toksiškumo žmonėms kategorijoje 1,27 karto.
- c) Atliktas ekologinis projektavimas tiriamojoje įmonėje su tiriamosios įmonės sudaryta darbo grupe. Atrinktas problematinis mazgas – motoreduktorius su guoliaviete, laikiklių ir motoreduktorius apsaugą mazgas. Parinktam mazgui buvo atliktas idėjų generavimas ir idėjų prioritetizavimas bei sukurtas naujas mazgo konceptas. Naujas konceptas buvo padaryti universalų parinktą mazgą, kuris tiktų beveik visiems tokio tipo konvejeriams ir nebebūtų reikalingas projektavimas, dėl kurio yra suvartojamas nemažas kiekis elektros energijos. Taip pat mazgas buvo atnaujintas ir padaryta greito nuėmimo galimybė, lengvesniam mazgo aptarnavimui. Mazgui buvo atlikti būvio ciklo vertinimai iki ekologinio projektavimo ir po ekologinio projektavimo. Būvio ciklo rezultatai buvo palyginami tarpusavyje ir gautas rezultatas rodo, kad po ekologinio projektavimo koncepto, šio mazgo poveikis aplinkai per metus laiko sumažėja visose būvio ciklo kategorijose, o didžiausias sumažėjimas gaunamas energijos sąnaudų suvartojime – 79,76 %.
- d) Bendrai įgyvendinus visus 3 poveikio aplinkai mažinimo pasiūlymus, būtų gaunama, kad tiriamosios įmonės elektros sąnaudos per metus sumažėja 2,219 GJ. O tai yra 0.62 MWh. Iš dažymo proceso modernizacijos gaunama 97% LOJ (ksileno ir vaitspirito) ir KD išmetimų sumažėjimas bei pakeitus popierinius brėžinius į skaitmeninius visame būvio cikle poveikio aplinkai sumažėjimas gaunamas beveik visose kategorijose vidutiniškai 3 kartais.

## Rekomendacijos

1. Pjovimo lazerio Bystronic Bystar 4020 CNC operatorius, kuris kelia brėžinius ir juos deda ant ruošinio (metalo lakšto), turėtų naudingai išnaudoti visas galimybes ir gavęs visus brėžinius juos pjauti dėliojant ne padrikai, o kuo talpiausiai panaudojant lakštą. Taip bus sumažintos atraižų iš pjovimo lazeriu proceso atliekos.
2. Išanalizuoti galimybę teikti paslaugą ir suvenyrų pjovimui ir gamybai iš turimų atliekų visiems norintiems vartotojams.
3. Metaliniai vamzdžiai, profiliai, strypai, kurie, kaip anksčiau minėta, yra pridudami į metalo laužą, tačiau atraižos galėtų būti suvirinamos tarpusavyje iki reikiamo ilgio ruošinio, o suvirinimo siūlė nušlifuojama. Toks principas galėtų būti taikomas tokiose vietose, kur tokie ruošiniai nebūtų laikomosios konstrukcijos dalis, bet būtų reikalingi gaminam įrengimui. Taip būtų sumažintos ir ruošinių atliekos.
4. Popieriaus atliekos turėtų būti rūšiuojamos atskirai ir pridudamos atliekų tvarkytojams jau surūšiuotos. Siekiant sumažinti popieriaus atliekas, įmonėje galėtų būti modernizuojamas gamybinių brėžinių perdavimo gamybai žingsnis.
5. Broko susidarymui mažinti galėtų būti gamybinių brėžinių kontrolė, vyr. inžinierius turėtų pertikrinti jau paruoštus brėžinius prieš atiduodant juos į gamybą taip sumažinant klaidas.
6. Plastiką turėtų būti pridudamas plastiko atliekų tvarkytojams, kad ir įmonei „Žalvaris“, taip jis bus panaudojamas antrinei produkcijai gauti ar perdirbamas.
7. Įmonei įsivedus ISO14001 ir ISO9001 standartus toliau įvedinėti *Lean sistemą* (5S).
8. Ekologinį projektavimą atliktį kuo daugiau įmonėje gaminamų mazgų ir įrenginių siekiant kuo didesnio poveikio aplinkai mažinimo, ekonominių kaštų sumažinimo, standartizavimo ir gamybos proceso palengvinimo.
9. Projektuojami ruošiniai galėtų būti standartizuoti ir kaip įmanoma plačiau pritaikomi, taip būtų sumažinamas broko kiekis, visada gaminant tokias pat detales tam tikriems mazgams.
10. Išanalizuoti galimybę statyti saulės kolektorius ir gamintis elektros energiją patiems.

## Literatūros sąrašas

1. LOOSE, Carsten. *Nachhaltige Entwicklung – Die Ökologische Dimension* [interaktyvus]. Berlin: Wissenschaftlicher Beirat für Globale Umweltveränderungen 2004 [žiūrėta 2020 m. vasario 14 d.] Prieiga per internetą: [https://gc21.giz.de/ibt/opt/site/KMK/ibt/dokumente/loose\\_fachtagung.pdf](https://gc21.giz.de/ibt/opt/site/KMK/ibt/dokumente/loose_fachtagung.pdf)
2. ROGALL, Holger. *Neue Umweltökonomie – Ökologische Ökonomie: Ökonomische und Ethische Grundlagen der Nachhaltigkeit, Instrumente zu Ihrer Durchsetzung*. Opladen: Leske Budrich, 2002. ISBN 978-3-8100-3500-4.
3. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Lietuvos Respublikos planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo įstatymo Nr. I-1495 pakeitimo įstatymas*: 2017 m. birželio 27 d. Nr. XIII-529. [interaktyvus] [žiūrėta 2020 kovo 28 d.] Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/50d9f9405d8711e7a53b83ca0142260e>
4. TAPARAUSKIENĖ, Laima. *Poveikio aplinkai vertinimas, Mokomoji knyga* [interaktyvus]. Kaunas: Ardiva, 2008 [žiūrėta 2020 m. vasario 24 d.] Prieiga per internetą: [http://dspace.lzuu.lt/bitstream/1/447/1/poveikio\\_aplinkai\\_vertinimas\\_0%5b1%5d.pdf](http://dspace.lzuu.lt/bitstream/1/447/1/poveikio_aplinkai_vertinimas_0%5b1%5d.pdf)
5. EUROPOS BENDRIJŲ TARYBA. *Dėl tam tikrų valstybės ir privačių projektų poveikio aplinkai vertinimo*. 1985m. Nr. 85/337/EEB. [interaktyvus] [žiūrėta 2020 kovo 25 d.] Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX%3A31985L0337>
6. ZINKEVIČIŪTĖ, Virgilija ir Aidas Vasilis VASILIAUSKAS. *Gamybos logistika. Gamybos Vadyba, vadovėlis*. Klaipėda: Socialinių mokslų kolegija, 2013 ISBN 978-9986-31-429-5.
7. DALE, R. Patrik ir Fardo W. STEPHEN. *Electrical distribution systems* [interaktyvus]. USA: The Fairmont press. Inc. 2009 Prieiga per internetą: [https://books.google.lt/books?id=f82YTIrMn7wC&pg=PR3&hl=lt&source=gbs\\_selected\\_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false](https://books.google.lt/books?id=f82YTIrMn7wC&pg=PR3&hl=lt&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false)
8. WANG, Shiyong, et al. Towards smart factory for industry 4.0 : a selforganized multi-agent system with big data base d fee dback and coordination. *Computer Networks* [interaktyvus]. 2016 6(4), 158–168 [žiūrėta 2020 m. kovo 19 d.]. ISSN 1389-1286 Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2015.12.017>
9. STUNGURIENĖ, Stanislava. *Operacijų Valdymas: Vadovėlis*. Vilnius: VU tarptautinio verslo mokykla, 2010 ISBN 978-6094-33-013-1.
10. GIEDRAITIS, Algirdas. Gamybos proceso kontrolės sistema gamybos įmonėje – vadovų ir vykdytojų nuomonių tyrimas. [interaktyvus]. 2015 1(1), 47–55 [žiūrėta 2020m. kovo 20 d.] ISSN 2029-9370 Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.15181/rfds.v15i1.978>
11. MARTINKUS, Bronius, Gediminas VAIČIŪNAS ir Rimantas VENSKUS. *Gamybos vadyba: vadovėlis*. [interaktyvus] Šiauliai: Šiaulių universiteto leidykla, 2000 [žiūrėta 2020 m. kovo 25 d.]. Kauno technologijų universiteto e. publikacijų talpykla (vb.ktu.edu). ISBN 998-6382-11-4 Prieiga per internetą: <https://vb.ktu.edu/permalink/f/1uc5jni/KTU01000028575>
12. VENSKUS, Rimantas. *Pramonės Organizacijos Pagrindai: Mokomoji Knyga*. [interaktyvus] Kaunas: Technologija, 2008 [žiūrėta 2020 m. Kovo 28 d.]. Kauno technologijų universiteto e. publikacijų talpykla (vb.ktu.edu). ISBN 978-9955-25-318-1 Prieiga per internetą: <https://vb.ktu.edu/permalink/f/1uc5jni/KTU01000203101>

13. JANČIAUSKAS, Bronius, et al. *Pramonės įmonių valdymas: planavimas, organizavimas, vadovavimas. Mokomoji knyga*. Vilnius: VGTU leidykla „Technika“, 2012 ISBN 978-609-457-167-1.
14. ŠILEIKA, Algis ir Skaidrė ŽIČKIENĖ. *Aplinką tausojanti plėtra: samprata ir diskutuotinos problemos: aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba*. Kaunas: Technologija, 2001. ISBN 542-000-665-0.
15. BALTRĖNAS, Pranas, et al. *Aplinkos Apsauga: Vadovėlis*. Vilnius: Technika, 2008. ISBN 978-995-528-792-6.
16. JUCEVIČIUS, Robertas. Lietuvos Respublikos ekonomikos ir inovacijų ministerija. *Lietuvos metalo ir metalo gaminių gamybos pramonės sektoriaus konkurencingumo studija. Taikomasis mokslinis darbas*. [interaktyvus]. 2009 [žiūrėta 2020 m. kovo 19 d.]. Prieiga per internetą: [http://eimin.lrv.lt/uploads/eimin/documents/files/imported/lt/veikla/veiklos\\_sritys/pramone\\_ir\\_verslas/pramone/analize/metalu\\_pramones\\_studija.pdf](http://eimin.lrv.lt/uploads/eimin/documents/files/imported/lt/veikla/veiklos_sritys/pramone_ir_verslas/pramone/analize/metalu_pramones_studija.pdf)
17. EUROPOS PARLAMENTO IR TARYBOS DIREKTYVA. Nr. 2009/125/EB, *nustatanti ekologinio projektavimo reikalavimų su energija susijusiems gaminiams nustatymo sistemą* : 2009m. spalio 21 d. [interaktyvus] [žiūrėta 2020 kovo 18 d.] Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/HTML/?uri=CELEX:02009L0125-20121204&qid=1415105715257&from=LT>
18. VARŽINSKAS, Visvaldas ir Rasa, USELYTĖ. *Gaminių ekologinio projektavimo vadovas: mokomoji knyga*. Kaunas: Technologija, 2006. ISBN: 995-525-030-5.
19. VARŽINSKAS, Visvaldas. Kauno technologijos universitetas. *Ekologinis gaminių projektavimas, būvio ciklo įvertinimas*. [interaktyvus] 2013 [žiūrėta 2020 m. kovo 14 d.]. Prieiga per internetą: [https://ktu.edu/sites/default/files/ekologinis\\_gaminiu\\_projektavimas\\_buvio\\_ciklo\\_ivertinimas\\_a\\_plinkos\\_inzinerijos\\_institutas\\_www.ktu\\_ltaii\\_.pdf](https://ktu.edu/sites/default/files/ekologinis_gaminiu_projektavimas_buvio_ciklo_ivertinimas_a_plinkos_inzinerijos_institutas_www.ktu_ltaii_.pdf)
20. ULUER, Muhtar Ural et al. *Towards a decision support framework for sustainable manufacturing. Sustainable Manufacturing*. Berlin: Springer, 2012. ISBN 978-3-642-27290-5.
21. REBITZER, Gerald., et al. Life cycle assessment. Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. *Environment International*. [interaktyvus]. 2004, **30**(5), 701-720. [žiūrėta 2020 m. kovo 5d.]. ISSN 1459-1496. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2003.11.005>
22. BAUMANN, Henrikke ir Anne-Marie TILLMAN. *The Hitch Hiker's guide to LCA*. Lund: Studentlitteratur. Lund: Studentlitteratur, 2004. ISBN 914-402-364-2.
23. MANN, David. The missing link: lean leadership. *Frontiers of Health Services Management*, [interaktyvus] 2009, **26**(1), 15–26. [žiūrėta 2020 m. vasario 14 d.]. ISSN: 2054-2082. Prieiga per: doi:10.1097/0+1974520-200907000-00003
24. PIERCY, Niall ir Nick, RICH. Lean transformation in the pure service environment: the case of the call service centre, *International Journal of Operations & Production Management* [interaktyvus]. 2009, **29** (1), 54-76. ISSN: 0144-3577. Prieiga per: DOI 10.1108/01443570910925361
25. LU, Dawei. *Fundamentals of Supply Chain Management*. [interaktyvus]. Bookboon.com: Ventus Publishing Aps, 2011. [žiūrėta 2020 m. kovo 3 d.]. Bookboon elektroninė skaityklė. ISBN: 978-87-7681-798-5. Prieiga per internetą: <https://bookboon.com/en/textbooks/management-organisation/fundamentals-of-supply-chain-management>

26. REINER, Anderi. *Industrie 4.0 - Advanced Engineering of Smart Products and Smart Production. International Seminar on High Technology, Piracicaba, Brasil, October 9, 2014.* Brasil: Methodist University of Piracicaba, 2014 p. 15.
27. CRISTOPHER, Martin. *Logistika ir tiekimo grandinės valdymas: pridėtinės vertės tinklų kūrimas.* Vilnius: Eugrimas, 2007. ISBN: 978-995-568-267-7.
28. AYERS, James B (2010) *Supply Chain Project Management: a Structured Collaborative and Measurable Approach.* Boca Raton [Fla.] : CRC Press, 2010. ISBN: 978-142-008-392-7.
29. KRAJEWSKI, Lee, Larry, RITZMAN ir Manoj, MALHORTA. *Operations Management: Process and Value Chains.* Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2007. ISBN 978-0131697393.
30. ANDERSON, Stewart. To 5S or Not to 5S, *Quality digest* [interaktyvus]. February 2012, vol. 12, no. 1, p. 14-57. [žiūrėta 2020 balandžio 1 d.]. Prieiga per internetą: <https://www.qualitydigest.com/inside/quality-insider-column/5s-or-not-5s-022712.html>
31. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *Dėl Valstybinės atliekų prevencijos programos patvirtinimo: Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas:* 2013 m. spalio 22 d. Nr. D1-782. [interaktyvus] [žiūrėta 2020 kovo 14 d.] Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.458655?positionInSearchResults=2&searchModelUID=5316ab29-5fc2-4f1f-bc16-53e5367a193e>
32. JUKNYS, Romualdas. *Aplinkotyra: bendrasis vadovėlis.* Kaunas: Vytauto Didžiojo Universitetas, 2005. ISBN: 995-512-115-7.
33. VADAPALAS, Jonas. Lietuvos pramoninkų konfederacija. *Pramonė 4.0 – keičiasi įmonių požiūris į gamybos modernizaciją.* [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2020 m. balandžio 18 d.] Prieiga per internetą: <https://www.lpk.lt/wp-content/uploads/2017/05/0512Pramone-4.0-detalus.pdf>
34. NAICKER, Vinesh ir Brett COHEN. A life cycle assessment of e-books and printed books in South Africa. *Journal of Energy in Southern Africa*, [interaktyvus]. **27**(2), 68–77. [žiūrėta 2020 m. kovo 5 d.]. Prieiga per: <https://doi.org/10.17159/2413-3051/2016/v27i2a1343>
35. MOBERG, Asa, Clara, BORGGREN, ir Goran, FINNVEDEN. Books from an environmental perspective-Part 2: E-books as an alternative to paper books. *International Journal of Life Cycle Assessment* [interaktyvus], **16**(3), 238–246. [žiūrėta 2020 m. kovo 22 d.]. ISSN Prieiga per: doi:10.1007/s11367-011-0255-0.
36. LUTHRA Sunil, MANGLA, Sachin Kumar. Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies. *Process Safety and Environmental Protection* [interaktyvus], **117**, 168–179. [žiūrėta 2020 m. balandžio 16 d.] Prieiga per: doi:10.1016/j.psep.2018.04.018
37. SCHULTER, Florian, Endric HETTERSCHEID ir Michael HENKE. *A Simulation-Based Evaluation Approach for Digitalization Scenarios in Smart Supply Chain Risk Management.* *Journal of Industrial Engineering and Management Science* [interaktyvus]. 2017, **2017**(1), 179–206. [žiūrėta 2020 kovo 13 d.] Prieiga per: <https://doi.org/10.13052/jiems2446-1822.2017.009>
38. LASI, Heiner, et al. *Industry 4.0. Business and Information Systems Engineering* [interaktyvus]. 2014, **6**(4), 239–242. [žiūrėta 2020 vasario 1 d.] Prieiga per: <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
39. UNGERMAN Otakar, Jaroslava DEDKOVA ir Katerina GURINOVA. *The Impact of Marketing Innovation on the Competitiveness of Enterprises in the Context of Industry 4.0.* *Journal of*



- Competitiveness* [interaktyvus]. 2018, **10**(2), 132–148. [žiūrėta 2020 kovo 19 d.] ISSN 1804-1728. Prieiga per: <https://doi.org/10.7441/joc.2018.02.09>
40. LEE, Jay, Hung-An KAO ir Yang SHANHU. *Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment. Procedia CIRP* [interaktyvus]. 2014, **16**, 3–8. [žiūrėta 2020 vasario 26 d.]. ISSN 2212-8271. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.001>
41. STRANDHAGEN, Joe Wessel, et al. *The fit of Industry 4.0 applications in manufacturing logistics: a multiple case study. Advances in Manufacturing* [interaktyvus]. 2017, **5**(4), 344–358. [žiūrėta 2020 vasario 24 d.] Prieiga per: <https://doi.org/10.1007/s40436-017-0200-y>
42. SHROUF, Fadi, Joaquin B. ORDIERES MERE ir Giovanni MIRAGLIOTTA. *Smart Factories in Industry 4.0 : A Review of the Concept and of Energy Management Approached in Production Based on the Internet of Things Paradigm. IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* [interaktyvus]. 2014, 697–701. [žiūrėta 2020 vasario 2 d.] ISSN 3241-1997. Prieiga per: <https://doi.org/10.1109/IEEM.2014.7058728>
43. PONGRACZ, Eva, Paul Scott PHILLIPS ir Ritta Liisa KEISKI. *Evolving the Theory of Waste Management: defining key concepts. Waste Management and the Environment II. WIT press* [interaktyvus]. 2004, 471-480. [žiūrėta 2020 vasario 8 d.] ISSN 1986-3499 Prieiga per: <https://doi.org/10.2495/WM040461>
44. HYMAN, Mark. *Guidelines for national waste management strategies. Moving from challenges to opportunities* [interaktyvus]. United nations environment programme (UNEP), 2013 [žiūrėta 2020 kovo 1 d.] Prieiga per internetą: [http://cwm.unitar.org/publications/publications/cw/wm/UNEP\\_UNITAR\\_NWMS\\_English.pdf](http://cwm.unitar.org/publications/publications/cw/wm/UNEP_UNITAR_NWMS_English.pdf)
45. WILSON, David C ir Costas A. *Waste management – still a global challenge in the 21st century: An evidence-based call for action. Waste Management & Research* [interaktyvus]. 2015, **33**(12), 1049–1051 [žiūrėta 2020 kovo 12 d.] ISSN 2657-4579. Prieiga per: <https://doi.org/10.1177/0734242X15616055>
46. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Lietuvos Respublikos atliekų tvarkymo įstatymas: 2002 m. liepos 1d. Nr. IX-1004* [interaktyvus] [žiūrėta 2020 kovo 15 d.] Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.171181>
47. PAVOJINGŲ ATLIEKŲ TVARKYTOJAS „ŽALVARIS“, *Pramonės įmonėms* [interaktyvus] N.d. [žiūrėta 2020 vasario 2 d.] Prieiga per internetą: <http://www.zalvaris.lt/verslui/pramonės-imonės/pramonės-imonės/44>
48. ATLIEKŲ TVARKYMO CENTRAS. *ATC* [interaktyvus]. N.d. [žiūrėta 2020 kovo 2 d.] Prieiga per internetą: <http://atc.lt/>
49. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *Atliekų tvarkytojų valstybės registras. Aplinkos apsaugos ministerija* [interaktyvus] [žiūrėta 2020 m. kovo 26 d.]. Prieiga per internetą: [https://atvr.aplinka.lt/faces/mainhttps://atvr.aplinka.lt/?\\_afPfm=0ba03836f01a6885c1719cb8932a?fbclid=IwAR1cENP4xrSBuaRRDy0YyezfwNCa9NKWgYQGKy9YtdappmrOFtU-aA9Lsps](https://atvr.aplinka.lt/faces/mainhttps://atvr.aplinka.lt/?_afPfm=0ba03836f01a6885c1719cb8932a?fbclid=IwAR1cENP4xrSBuaRRDy0YyezfwNCa9NKWgYQGKy9YtdappmrOFtU-aA9Lsps)
50. GEDGE, Graham. *Structural uses of stainless steel — buildings and civil engineering. Journal of Constructional Steel Research* [interaktyvus]. 2008, **64**(11), 1194-1198. [žiūrėta 2020 kovo 26 d.] ISSN 0143-974X/S. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2008.05.006>

51. HUIWEY, Zhang ir Hong XIN. *An overview for the utilization of wastes from stainless steel industries. Resources, Conservation and Recycling* [interaktyvus]. 2011, **55**(8), 745–754. [žiūrėta 2020 kovo 1 d.] ISSN 0921-3449. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.03.005>
52. RUTKOVIENĖ, Vida Marija ir Nomeda SABIENĖ. *Aplinkos tarša: Mokomoji knyga.* [interaktyvus] LŽŪU Aplinkos institutas: Akademija, 2008 [žiūrėta 2020 vasario 12 d.] Prieiga per internetą: [http://dspace.lzuu.lt/bitstream/1/548/1/Aplinkos%20tarsa.%20Rutkoviene%2C%20Sabiene\\_1.pdf](http://dspace.lzuu.lt/bitstream/1/548/1/Aplinkos%20tarsa.%20Rutkoviene%2C%20Sabiene_1.pdf)
53. EUROPOS KOMISIJA. *Naujienlaidis #4 Tema: Darnaus vystymosi tikslai.* [interaktyvus] [žiūrėta 2020 balandžio 20 d.] Prieiga per internetą: <http://eurohouse.lt/wp-content/uploads/2016/12/Naujienlaidis-4.pdf>
54. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Lietuvos Respublikos pakuočių ir pakuočių atliekų tvarkymo įstatymas: 2001 m. rugsėjo 25d. Nr. IX-517.* [interaktyvus] [žiūrėta 2020 kovo 15 d.] Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.150891/ZiQKodhYJY>
55. EUROPOS PARLAMENTO IR TARYBOS DIREKTYVA. Nr. (ES) 2018/851: 2018m. gegužės 30d. [interaktyvus] [žiūrėta 2020 balandžio 15 d.] Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/lt/TXT/?uri=CELEX%3A32018L0851>
56. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *Dėl atliekų tvarkymo taisyklių patvirtinimo: Lietuvos Respublikos Aplinkos ministro įsakymas: 1999 m. liepos 14d. Nr. 217* [interaktyvus] [žiūrėta 2020 balandžio 7 d.] Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.84302/asr>
57. LIETUVOS RESPUBLIKOS VYRIAUSYBĖ. *Dėl valstybinio strateginio atliekų tvarkymo plano patvirtinimo: Lietuvos Respublikos vyriausybės nutarimas: 2002m. balandžio 12d. Nr. 519* [interaktyvus] [žiūrėta 2020 kovo 26 d.] Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.164386?jfwid=fhhu5mnt6>
58. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Lietuvos Respublikos netauriųjų metalų laužo ir atliekų supirkimo įstatymas: 2001 m. spalio 23d. Nr. IX-565.* [interaktyvus] [žiūrėta 2020 kovo 27 d.] Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.153237/asr>
59. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTRO ĮSAKYMAS. *Dėl gamtos išteklių taupymo ir atliekų mažinimo planų rengimo metodinių rekomendacijų patvirtinimo: Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas: 2009 m. gegužės 25 d. Nr. D1-252.* [interaktyvus] [žiūrėta 2020 kovo 26 d.] Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.343495?jfwid=q8i88mdz6>
60. LIETUVOS RESPUBLIKA AUKŠČIAUSIOJI TARYBA – ATKURIAMASIS SEIMAS. *Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos įstatymas: 1992 m. sausio 21 d. Nr. I-2223.* [interaktyvus] [žiūrėta 2020 kovo 25 d.] Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.2493/asr>
61. TARŠOS INTEGRUOTA PREVENCIJA IR KONTROLĖ (TIPK). [interaktyvus] N.d.[žiūrėta 2020 m. kovo 25 d.] Prieiga per internetą: <http://www.tipk.lt/>
62. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *Dėl į atmosferą išmetamo teršalų kiekio apskaičiavimo metodikų sąrašo patvirtinimo ir apmokestinamų teršalų kiekio nustatymo asmenims, kurie netvarko privalomosios teršalų išmetimo į aplinką apskaitos: Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas: 1999 m. Gruodžio 13 d. Nr. 395.* [interaktyvus] [žiūrėta

2020 gegužės 25 d.] Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.92738/asr>

63. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Dėl Valstybės pažangos strategijos "Lietuvos pažangos strategija "Lietuva 2030" patvirtinimo: Lietuvos Respublikos seimo nutarimas*: 2012 m. gegužės 15d. Nr. XI-2015. [interaktyvus] [žiūrėta 2020m. kovo 25 d. prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.425517>
64. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *Dėl Lakiųjų organinių junginių, susidarančių naudojant tirpiklius tam tikrų veiklos rūšių įrenginiuose, emisijos ribojimo tvarkos patvirtinimo: Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas*: 2002 m. gruodžio 5 d. Nr. 620. [interaktyvus] [žiūrėta 2020 m. Gegužės 5 d.]. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.205122/asr>
65. SANIŠKIS, Jurgis Kazimieras, Žaneta STASIŠKIENĖ ir Irina KLIPOVA. *Subalansuotos Pramonės Plėtros Strategija: Teorija Ir Praktika: Monografija*. Kaunas: Technologija, 2004. ISBN 9955097183
66. CHARKOV. *Удельные показатели образования вредных веществ, выделяющихся в атмосферу от основных видов технологического оборудования предприятий машиностроения 1997 г. (Том I), параграф 6 „Механическая обработка материалов*, 1997. ISBN 978-5-91638-003-3
67. GALVANAUSKAS, Vytautas ir Donatas LEVIŠAUSKAS. *Biotechnologinių Procesų Modeliavimas, Optimizavimas Ir Valdymas: Mokomoji Knyga*. Vilnius: Vilniaus Pedagoginio Universiteto Leidykla, 2008. ISBN 978-9955-20-261-5.

## Priedai

### 1 priedas. Ekologinio projektavimo „Protų šturmas“ ir idėjos prioretizavimas

Naujo gaminio idėjų generavimui naudojamas „Protų šturmo“ metodas. Naudojant šį metodą tam tikrose problematiškiausiose srityse yra siūlomos idėjos kurios padėtų išspręsti iškeltas problemas. Šiuo atveju iškeltos problemos tai motoreduktoriaus apsaugos su guoliavietės mazgų kiekvieną karą vis naujo projektavimo neigiamas poveikis aplinkai, kaip galime sumažinti projektavimo laiko kiekį ar ką daryti kitaip jog šioje vietoje būtų sumažinimas neigiamas poveikis aplinkai.

1. Pasirinkti mažesnę poveikį aplinkai turinčias medžiagas
  - a) Naudoti kitos markės metalus.
  - b) Pakeisti apsaugą į plastikinę (poliuretana).
  - c) Pakeisti apsaugą į polikarbonatinę arba organinį stiklą.
  - d) Pakeisti apsaugą į forma išpustas metalo putas/ metalo kempinę.
  - e) Pakeisti apsaugą į forma išpustas poliuretano putas.
  - f) Apsaugos medžiagas pakeisti į aerogelį
  - g) Apsaugą daryti iš anglies plokštės
2. Sumažinti medžiagų sąnaudas
  - a) Gaminti apsaugas ir guoliavietės laikiklius iš plonesnio lakštinio metalo.
  - b) Perprojektuoti apsaugos ir guoliavietės laikiklius, siekiant sumažinti medžiagų kiekį
  - c) Perprojektuoti konstrukcines dalis, kad gamybos metu liktu kuo mažesnis kiekis atrašų ir atliekų, kurios bus nebepanaudojamos.
3. Pasirinkti mažesnę poveikį aplinkai turinčius gamybos būdus
  - a) Visas detales tarpusavyje surinkinėti key-lock principu, taip bus išvengta broko ir gamybos laiko išsitiesimo, kadangi nebereikės darbuotojui matuoti o bus vietos kur istatyti detale ir virinti.
  - b) Gamybai reikalinga energiją imti iš atsinaujinančių energijos šaltinių
  - c) Naudoti suvirinimo robotą
  - d) Naudoti vien tik žmogiškuosius išteklius t.y. dirbtu tik žmonės
4. Mažinti poveikį aplinkai transportuojant
  - a) Peržiūrėti tiekėjus ir rasti alternatyvius kurie teiktu kompleksines dalis kuo arčiau gamybos skyriaus
  - b) Išnaudoti dalinių krovinių galimybe, kai sunkvežimiai važiuoja su ne pilnai pakrautomis priekabomis.
5. Optimizuoti gaminio būvio ciklą
  - a) Perprojektuoti motoreduktoriaus apsaugą ir guoliavietės laikiklius ir padaryti jį universalų visiems įmonėje gaminamiems konvejeriams
  - b) Vietoj varžtų naudoti užraktus(clamps) taip siekiant lengvesnio motoreduktoriaus aptarnavimo ir potogesnio darinėjimo.
6. Optimizuoti gaminio, virtusio atliekomis, atliekų tvarkymo sistemą
  - a) Motoreduktoriaus apsauga su guoliavietės mazgu turi būti greitai išardoma, kad užimtų mažesnę tūrį metalo lauže.
  - b) Užraktai (clamps) turėtų būti pritvirtinti varžtais, kad būtų galimybė juos naudoti kitame mazge ar įrenginyje.
7. Optimizuoti gaminį
  - a) Padaryti reguliuojamo dydžio motoreduktoriaus apsaugą.

Atliktus idėjų generavimą reikia atrinkti kurios idėjos yra tinkamos ir kurios netinkamos, taip pat reikia trinkti tinkamiausia idėja iš tinkamų jog galētu būti kuriamas koncepcijos prototipas.

**1 Lentelė.** Idėjų atrinkimas ir prioretizavimas

Pagerinimo galimybė/ strategija	Nauda			Pritaikymo galimybė			Veiksmų planas
	Aplinkos apsauga	Vartotojo	Įmonės	Techninė	Finansinė	Marketinginė	
1.a.	1	1	0	-1	-2	1	TL
1.b	2	2	0	2	1	-1	TL
1.c	-1	0	0	1	-1	0	TL
1.d	2	1	1	1	2	1	TL
1.e	1	-1	-2	-2	-2	2	VI
1.f	1	2	0	1	-1	2	VI
1.g	2	1	0	0	-2	2	VI
2.a	2	0	2	1	2	2	VL
2.b	0	1	2	1	2	2	TL
2.c	2	2	2	2	2	2	TL
3.a	2	2	2	2	2	2	TL
3.b	2	0	2	2	1	1	IL
3.c	-2	0	2	2	-1	2	IL
3.d	1	0	0	0	2	1	TL
4.a	2	1	2	2	1	0	VI
4.b	2	1	2	1	2	2	TL
5.a	2	2	2	2	2	2	TL
5.b	2	2	2	2	2	2	TL
6.a	2	2	-1	-2	0	0	TL
6.b	2	1	2	1	-1	2	TL
7.a	2	2	2	-2	0	2	TL

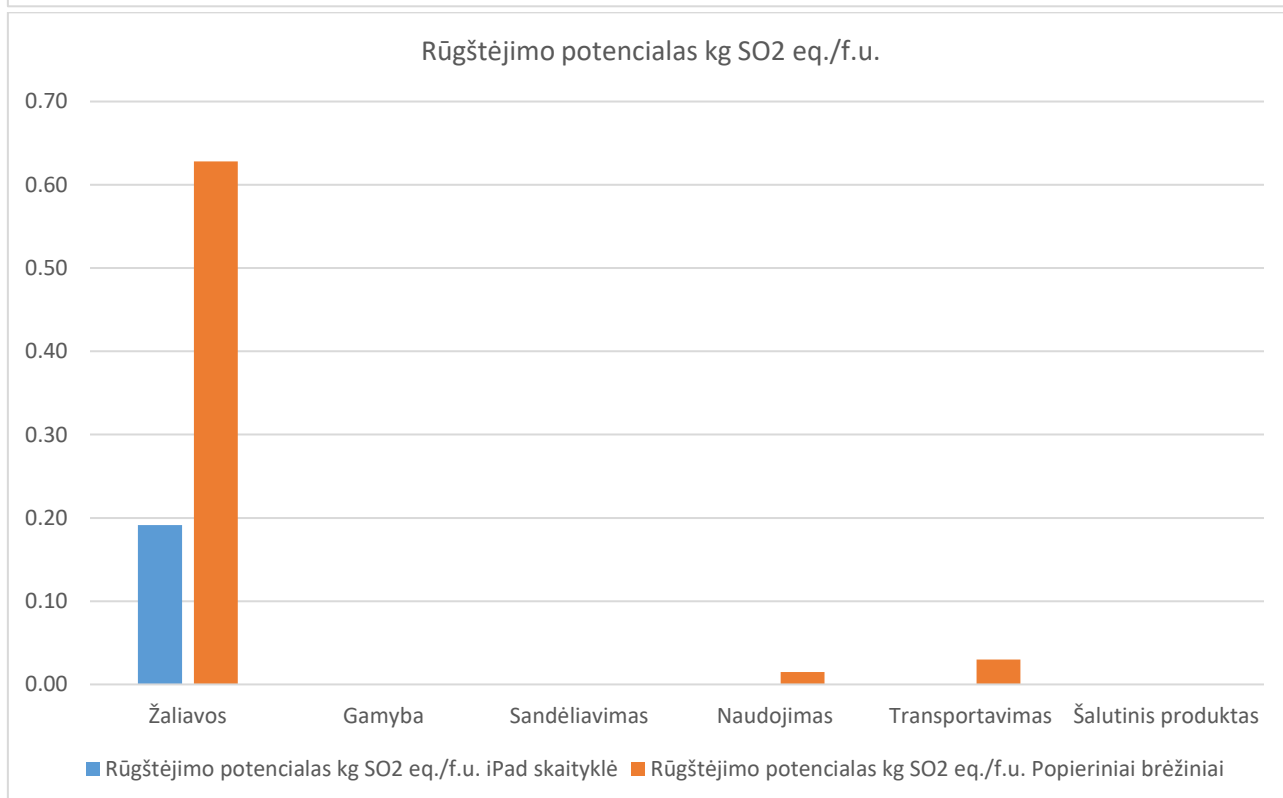
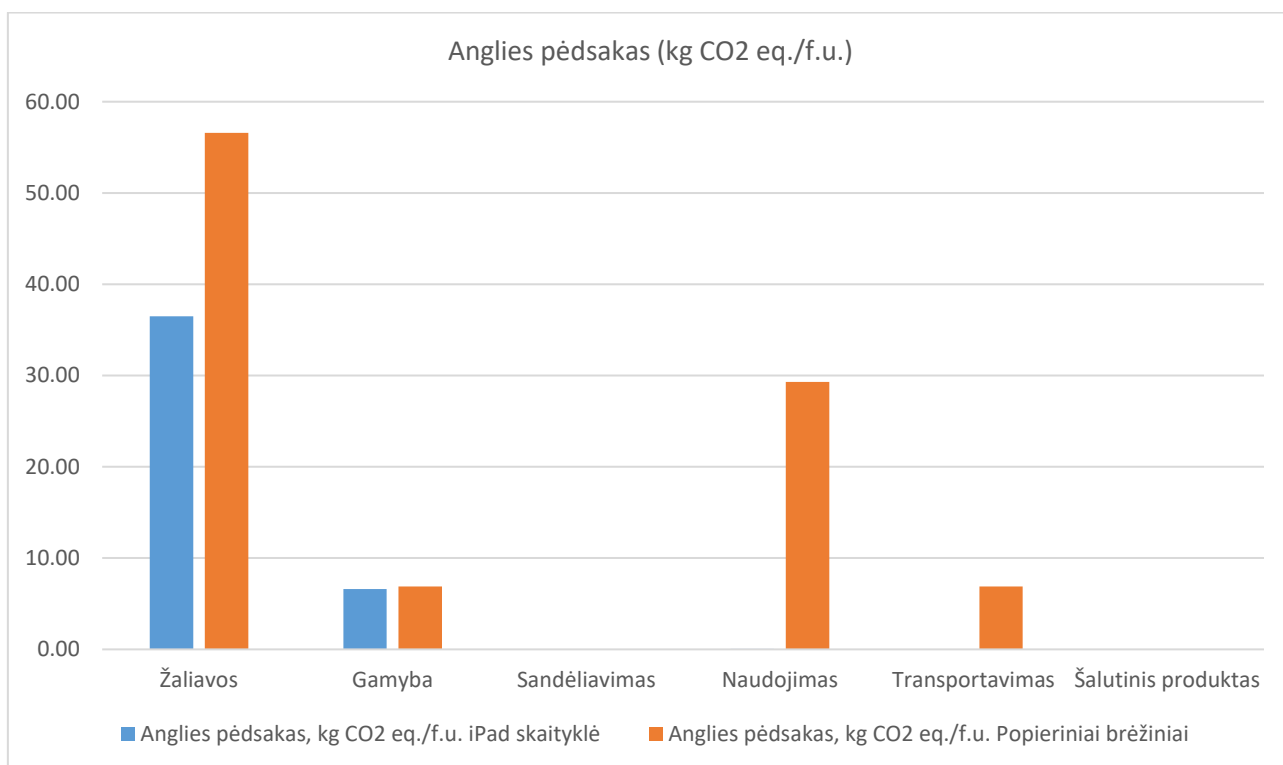
2 = Labai teigiamas rezultatas / lengvai pritaikoma 1 = Teigiamas rezultatas / pritaikoma

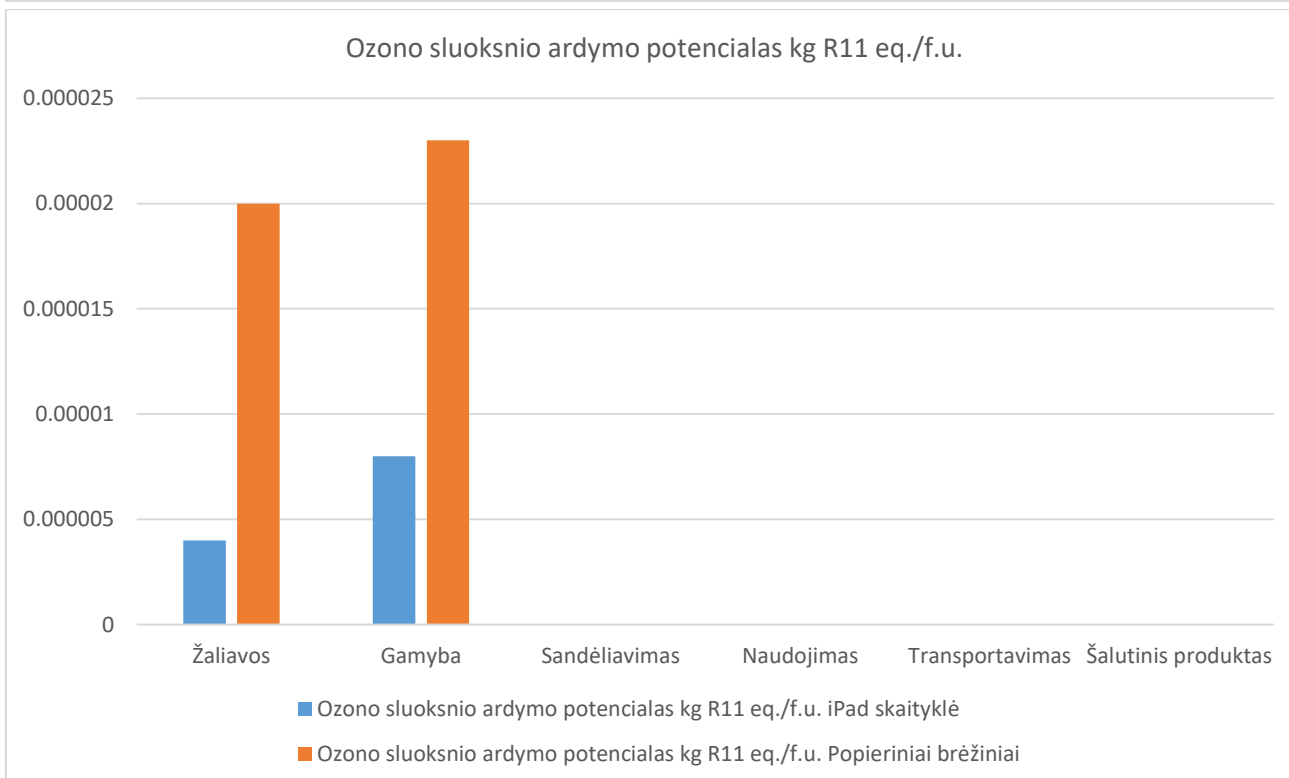
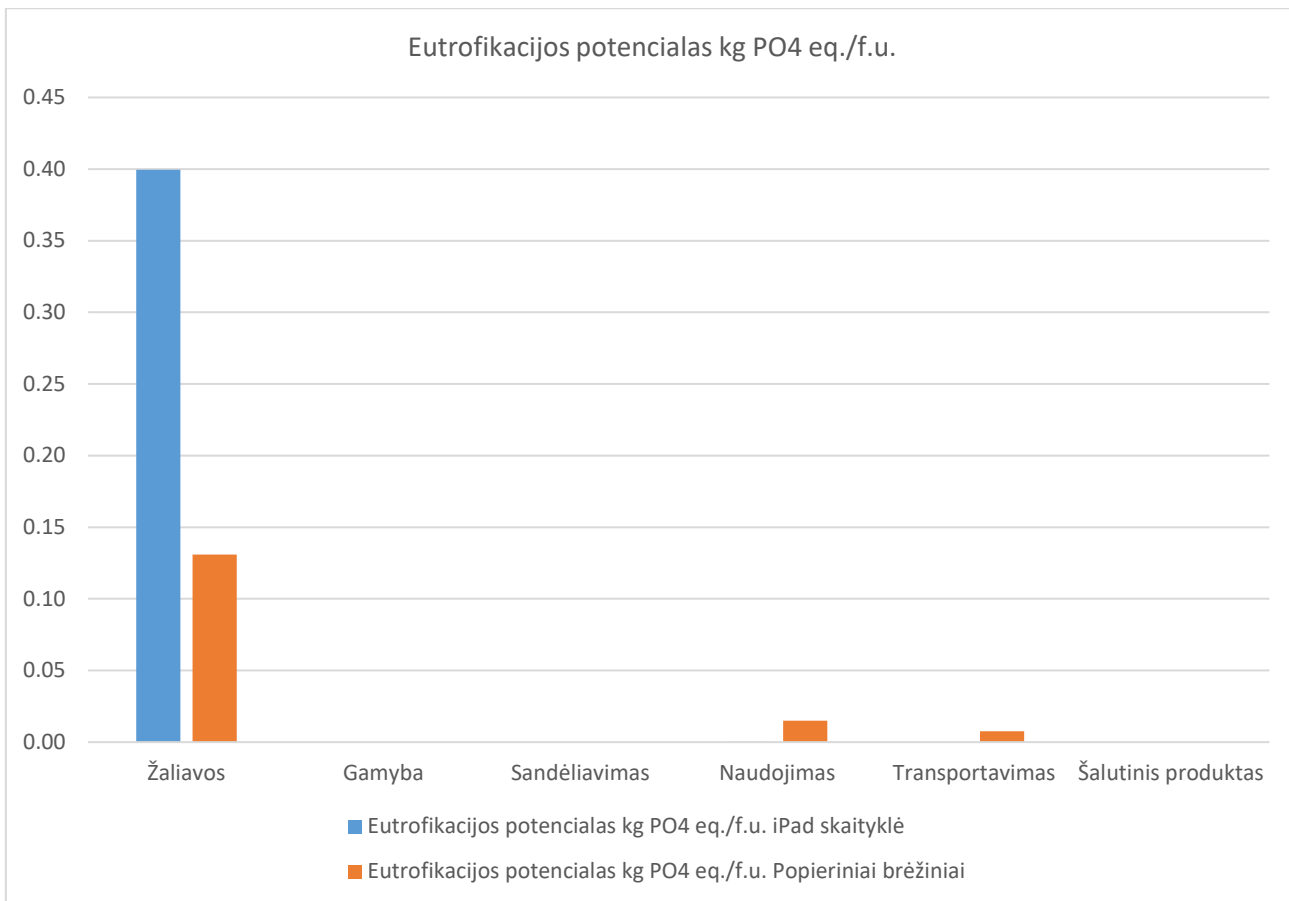
0 = Jokios naudos -1 = Neigiamas rezultatas / beveik nepritaikoma

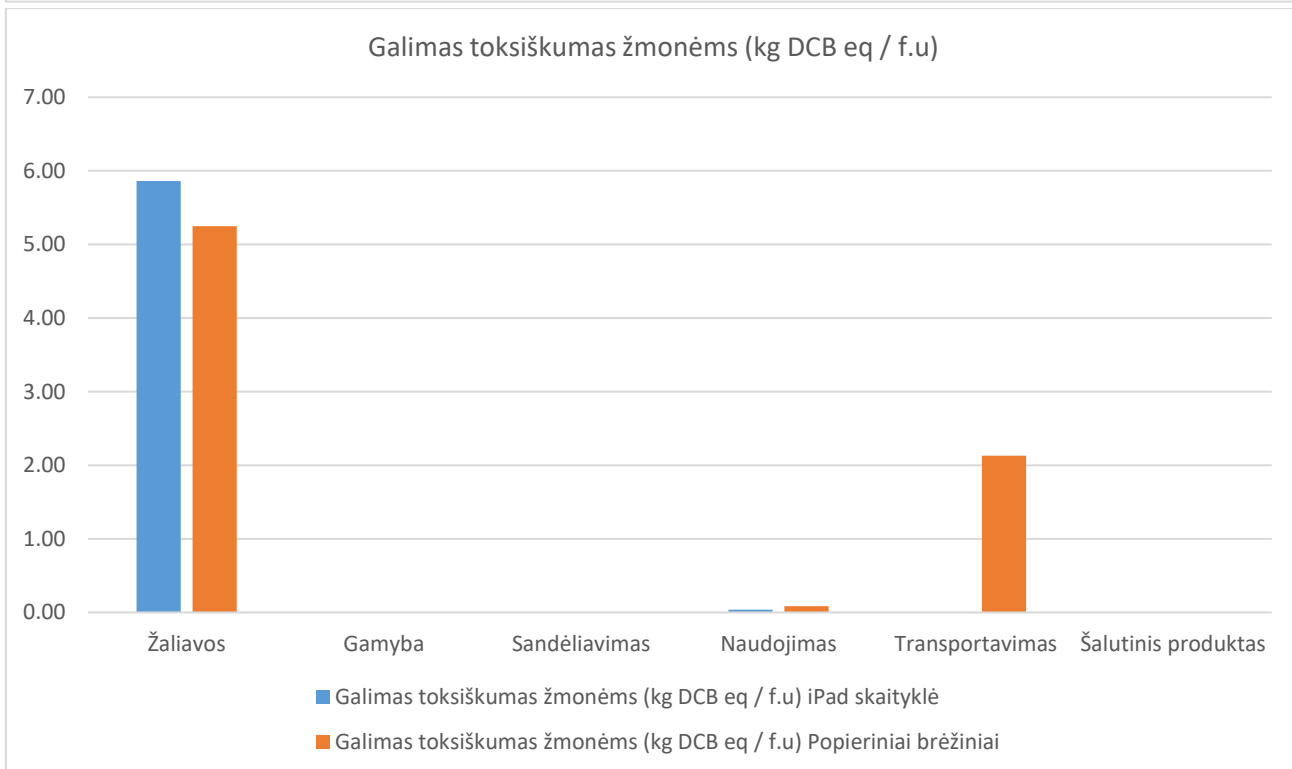
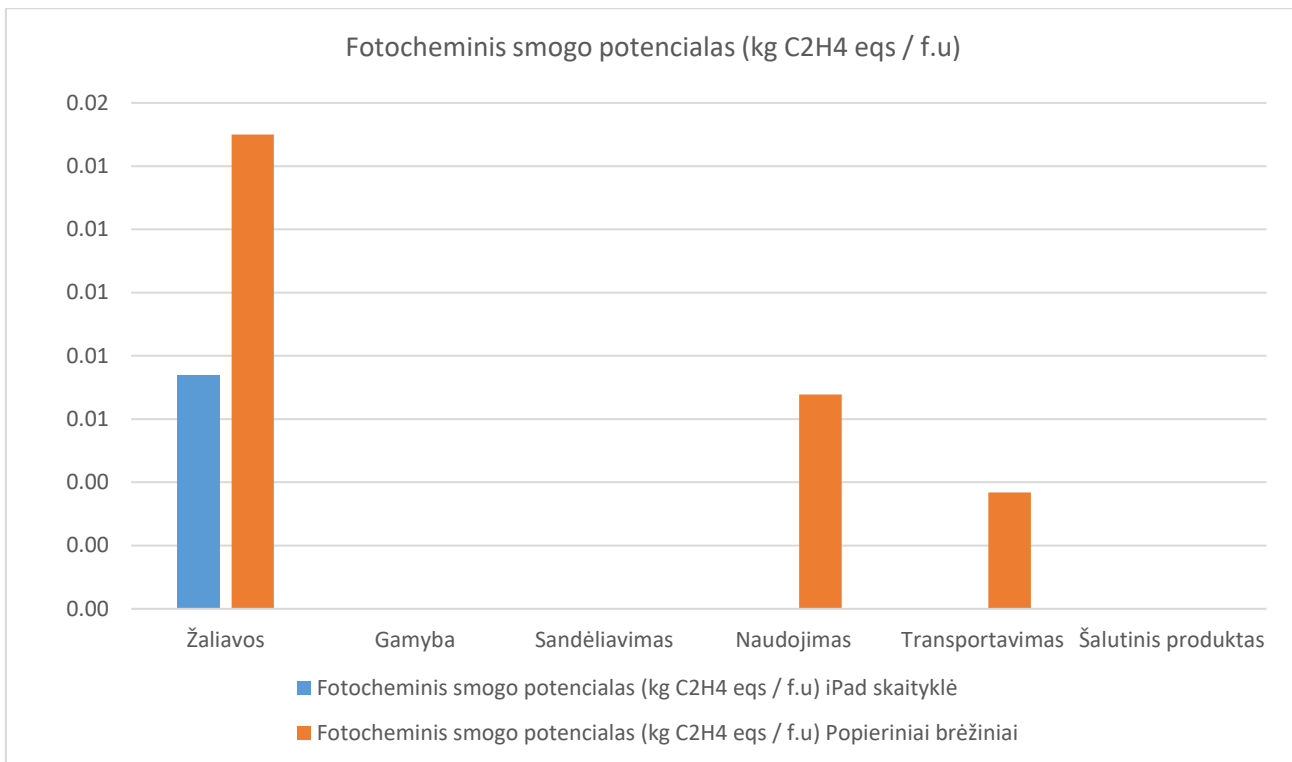
-2 = Labai neigiamas rezultatas / beveik nepritaikoma

TL = Trumpalaikis VI = Vidutinio ilgumo IL = Ilgalaikis

**2 priedas. Būvio ciklo vertinimo popierinių brėžinių pakeitimui į skaitmeninius išsamesnės tyrimo diagramas.**









3 priedas. Vilniaus Gedimino technikos universiteto 23-iosios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas - Lietuvos ateitis“ dalyvio pažymėjimas



VILNIAUS GEDIMINO  
TECHNIKOS UNIVERSITETAS  
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS  
APLINKOS APSAUGOS IR VANDENS INŽINERIJOS KATEDRA

## PAŽYMĖJIMAS

2020 m. gegužės 8 d.  
Vilnius

**Giedrius Černiauskas**

*dalyvavo*

Vilniaus Gedimino technikos universiteto  
23-oje jaunųjų mokslininkų konferencijoje  
„Mokslas – Lietuvos ateitis“ Aplinkos apsaugos inžinerija  
ir parengė pranešimą tema

***Maisto pramonės technologinių įrenginių gamybos įmonės  
veiklos metu susidarančių atliekų analizė ir prevencijos***

***būdai***

Konferencijos org. komiteto pirmininkas  
Aplinkos apsaugos ir vandens inžinerijos  
katedros vedėjas

doc. dr. Raimondas Grubliauskas