



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS INSTITUTAS**

Ingrida Štuopytė

**IŠTEKLIŲ INTENSYVUMO IR POVEIKIO APLINKAI MAŽINIMAS
CHEMINIO PLUOŠTO GAMYBOS PROCESSE**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

dr. Daina Kliaugaitė

KAUNAS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS INSTITUTAS

IŠTEKLIŲ INTENSYVUMO IR POVEIKIO APLINKAI
MAŽINIMAS CHEMINIO PLUOŠTO GAMYBOS PROCESĖ

Baigiamasis magistro projektas
Aplinkos apsaugos vadyba ir švaresnė gamyba
(kodas 621H17002)

Vadovas

Dr. Daina Kliaugaitė

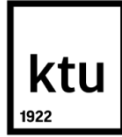
Recenzentas

Doc. dr. Jolanta Dvarionienė

Projektą atliko

Ingrida Štuopytė

KAUNAS, 2016



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Aplinkos inžinerijos institutas

(Fakultetas)

Ingrida Štuopytė

(Studento vardas, pavardė)

Aplinkos apsaugos vadyba ir švaresnė gamyba, 621H17002

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Išteklių intensyvumo ir poveikio aplinkai mažinimas cheminio pluošto gamybos procese“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 16 m. birželio 8 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Ingridos Štuopytės**, baigiamasis projektas tema „Išteklių intensyvumo ir poveikio aplinkai mažinimas cheminio pluošto gamybos procese“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Štuopytė, Ingrida. Baigiamojo projekto pavadinimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovas dėst. Dr. Daina Kliaugaitė; Kauno technologijos universitetas, Aplinkos inžinerijos institutas.

Mokslų kryptis ir sritis: Bendroji inžinerija, aplinkos inžinerija

Reikšminiai žodžiai: pluoštas, gamyba, chemijos pramonė

Kaunas, 2016. 91 p.

SANTRAUKA

Chemijos pramonė yra viena iš taršiausių bei intensyviausiai išteklius naudojančių ūkio sektoriaus šakų tiek Lietuvoje, tiek pasaulyje. Vienas svarbiausių cheminės pramonės ūkio sektoriaus tikslų prisidėti prie gamtinių išteklių taupymo ir tvaraus jų naudojimo, ekonomiškai naudingais būdais siekti neigiamo poveikio aplinkai mažinimo. Siekiant šių tikslų, pirmiausia reikalinga detalai išanalizuoti ūkio sektoriuje vykstančius procesus, naudojamas medžiagas, žaliavas, optimizuoti gamybą, kontroliuoti ir sumažinti gamtos išteklių ir žaliavų naudojimą, energijos sąnaudas bei išvengti šalutinių produktų ir atliekų.

Magistro baigiamojo darbo pagrindinis tikslas išanalizuoti ir įvertinti efektyvaus išteklių naudojimo ir taršos mažinimo galimybes cheminio pluošto gamyboje taikant integruotą švaresnės gamybos ir būvio ciklo vertinimo metodiką.

Šiame darbe buvo išsamiai išanalizuota mokslinė literatūra, statistiniai duomenys, teisiniai reikalavimai, atliktas cheminio pluošto gaminių poveikio aplinkai vertinimas, nustatant ir kiekybiškai įvertinant sunaudojamą energiją, žaliavas, į aplinką išleidžiamas išlakas.

Atlikus cheminio pluošto, acetatinių siūlų, gamybos technologinių procesų įvertinimą, sudarius medžiagų ir energijos balansą buvo nustatytos pagrindinės aplinkos apsaugos problemos, kurios susijusios su vienos iš pagrindinių žaliavų t. y. acetono nuostoliais bei didelėmis elektros ir šiluminės energijos sąnaudomis.

Nustatytoms problemoms spręsti pateikti pasiūlymai, skirti mažinti gamybos procesų daromą poveikį aplinkai, žmonių sveikatai bei išteklių naudojimo intensyvumo mažinimui. Aplinkosauginiam veiksmingumui įvertinti buvo naudojama integruota švaresnės gamybos ir būvio ciklo vertinimo metodika.

Darbe buvo vertinamos sekančios prevencinės priemonės: verpimo mašinų modernizavimas, nuotekų šilumos regeneravimas, kondicionavimo sistemos optimizavimas, biokuro katilinės įdiegimas. Atlikus prevencinių priemonių techninį, ekonominį bei aplinkosauginį įvertinimą, nustatyta, kad verpimo mašinų modernizavimas sumažintų acetono nuostolius iki 90 %, tuo pačiu acetono žaliavos sąnaudos gamyboje sumažėtų iki 185 kg/t (t. y. 38 %). Šis pasiūlymas kiekvienais metais leistų sutaupyti iki 690 tūkst. Eur., o investicijų atsipirkimo trukmė būtų iki 1 - erių metų. Įdiegus nuotekų šilumos regeneravimo sistemą, rektifikacijos proceso elektros energijos sąnaudos sumažėtų iki 366 MWh/t (t. y. 95 %) bei šilumos energijos nuostoliai - iki 632 MWh/m. (25 %), o regeneruota šiluma būtų panaudojama administracinių patalpų šildymui. Šis pasiūlymas leistų sutaupyti daugiau kaip 81 tūkst. Eur per metus, o atsipirkimo trukmė būtų iki 9 mėn. Oro sąlygų, darbo patalpose, gerinimui pasiūlytas oro paruošimo ir kondicionavimo sistemos modernizavimas, įrengiant ventiliatorius ir rotacinį šilumokaitį, kurio efektyvumas iki 82 %. Įvertinus šį pasiūlymą, nustatyta pakankamai ilga atsipirkimo trukmė, daugiau nei 3 metai. Šiluminės energijos (garo) gamybai pasiūlytas

biokuro katilinės įdiegimas, kuris sumažintų gamtinių išteklių (gamtinių dujų) naudojimą bei tuo pačiu ir įmonės išlaidas.

Įdiegus pasiūlytas prevencines priemones būtų sumažintas poveikis aplinkai ir žmonių sveikatai, gamyboje būtų pasiektas efektyvesnis išteklių naudojimas, sumažinami įmonės aplinkosauginiai kaštai.

Stuopyte, Ingrida. Reduction of Resource Intensity and Environmental Impact of Chemical Fiber Production Process. *Master's thesis* / supervisor assoc. prof. Daina Kliaugaitė. Institute of Environmental Engineering, Kaunas University of Technology.

Research area and field: General Engineering, Environmental Engineering

Key words: fiber, production, chemical industry

Kaunas, 2016. 91 p.

SUMMARY

Chemical industry is one of the most pollution generating and resource intensive economic sector branches both in Lithuania and worldwide. One of the most significant aims of the chemical industry economic sector is to contribute to sustainable consumption of natural resources by applying economically beneficial methods to pursue the reduction of the negative impact on the environment. To reach these aims, first of all, it is necessary to analyze in details the processes taking place in this economic sector, used materials, raw materials, to optimize production, to control and reduce the use of natural resources and raw materials, energy expenditure, to avoid side products and wastes.

The main aim of Master's degree graduation paper is to analyze and evaluate the resource efficiency and pollution reduction possibilities in chemical fiber production, applying the integrated methods of cleaner production and life cycle assessment.

This paper contains a thorough analyses of scientific literature, statistical data, legal requirements, assesment environmental impacts by evaluation of material and energy flows in chemical fibre industry.

After the analysis of production processes, material and energy flows the main environmental problems were identified. The problems are related with one of the main raw materials – acetone losses and large electricity and thermal energy consumption.

The following innovations were offered in oerder to solve the determined problems: modernization (capsulation) of spinning machines, regeneration of thermal heat from wastewater, optimization of conditioning system, installation of biofuel boiler. After the technical, economic and environmental evaluation of innovations, it is determined that the modernization of spinning machines would reduce acetone losses up to 90 per cent at the same time the expenditure of acetone raw material in the production would be reduced up to 185 kg/t (38 per cent). This innovation would save up 690 000 EUR per year and the duration of investments payback would take approximately a year. After the implementation of thermal heat regeneration from wastewater system, the electricity consumption in the process of rectification would be reduced up to 366 MWh/t (95 per cent) and thermal losses - up to 632 MWh/m (25 per cent). The regenerated heat would be used for the heating of the administrative buildings. This innovation would allow to save more than 81 000 EUR per year and the payback duration would be 9 months. In order to improve the air condition in the work place, the modernization of the air preparation and conditioning system was offered, installing ventilators and rotational heat exchanger, which effectiveness reaches 82 per cent. The evaluation of this innovation showed, a rather long payback duration more than 3 years. For the production thermal energy (steam), the installation of biofuel stockhold was

suggested. The implementation of the suggestion would reduce the consumption of natural resources (natural gas) and at the same time the expenditures of the enterprise.

Due to suggested innovations, the impact on the environment and people's health would be reduced, a more effective consumption of the resources in the production process would be reached, the environmental costs of the enterprise would be reduced.

TURINYS

ĮVADAS.....	13
1 CHEMINIO PLUOŠTO GAMYBOS POVEIKIS APLINKAI IR JO MAŽINIMO GALIMYBĖS: MOKSLINĖS LITERATŪROS ANALIZĖ.....	15
1.1 Tekstilėje naudojamų pluoštų analizė: klasifikacija, pagrindinė žaliava, savybės.....	15
1.1.1 Klasifikacija ir pagrindinė žaliava	15
1.1.2 Pagrindinės pluoštų savybės	16
1.1.2.1 Fizinės pluoštų savybės	17
1.1.2.2 Mechaninės pluoštų savybės	17
1.1.3 Verpalų tipai, tekstilinių gaminių atpažinimas.....	18
1.2 Cheminio pluošto žaliavos (acetilceliuliozės) paruošimo metodai ir žaliavos kokybės įvertinimas.....	19
1.2.1 Acetilceliuliozės paruošimo metodai	19
1.2.2 Celiuliozės tirpumas ir acetilceliuliozės kokybė.....	21
1.3 Cheminio pluošto gaminių poveikis aplinkai visame būvio cikle ir jo mažinimo galimybės	22
1.3.1 Cheminio pluošto poveikis aplinkai visame būvio cikle.....	22
1.3.2 Taršos prevencijos priemonės cheminio pluošto gamyboje.....	25
2 CHEMINIO PLUOŠTO GAMINIŲ PRAMONĖS SEKTORIAUS ANALIZĖ.....	29
2.1 Cheminio pluošto gamyba, pagrindiniai procesai	29
2.2 Cheminio pluošto gamybos ūkio sektoriaus analizė ekonominiu aspektu	30
2.3 Cheminio pluošto gamybos ūkio sektoriaus analizė socialiniu aspektu.....	32
2.4 Cheminio pluošto gamybos ūkio sektoriaus analizė aplinkosauginiu aspektu.....	33
2.5 Cheminio pluošto gamybos situacija Europoje ir pasaulyje	36
3 IŠTEKLIŲ NAUDOJIMO INTENSYVUMO MAŽINIMO GALIMYBIŲ CHEMINIO PLUOŠTO GAMYBOS ĮMONĖSE ĮVERTINIMO METODIKA	38
3.1 Pirminis įvertinimas	39
3.1.1 Medžiagų ir energijos balanso sudarymas	40
3.2 Aplinkos apsaugos problemų nustatymas	40
3.3 Pasiūlymų planavimas ir įvykdymo analizė.....	42
3.4 Pasiūlymų įvykdymo analizės skaičiavimo metodikos	43
3.5 Būvio ciklo vertinimo metodika.....	46
3.6 Įdiegtų pasiūlymų aplinkosauginio ir ekonominio efektyvumo įvertinimas	48
4 EFEKTYVAUS IŠTEKLIŲ NAUDOJIMO GALIMYBIŲ ĮVERTINIMAS CHEMINIO PLUOŠTO GAMYBOJE	49
4.1 Pirminis įvertinimas	49
4.1.1 UAB „Dirbtinis pluoštas“ bendroji analizė.....	49
4.1.2 Pagrindiniai gamybos procesai	50
4.1.3 Naudojamos žaliavos	51
4.2 Medžiagų ir energijos balansas	51
4.3 Įmonės technologiniuose procesuose taikomos prevencinės priemonės.....	57
4.4 Cheminio pluošto gamybos įmonių aplinkos apsaugos reikalavimus reglamentuojančių teisinių aktų apžvalga.....	58
4.5 Aplinkos apsaugos problemų nustatymas	58
4.6 Aplinkos apsaugos indikatorių sudarymas	59
4.7 Aplinkosauginių kaštų vertinimas	60
4.8 Aplinkosauginių pasiūlymų planavimas ir jų įvykdymo analizė	61
4.8.1 Pasiūlymai efektyvesniam išteklių naudojimui.....	61
4.8.1.1 Verpimo mašinų modernizavimo galimybių įvertinimo analizė	62
4.8.1.2 Nuotekų šilumos regeneravimas.....	67
4.8.1.3 Biokuro katilinės įdiegimas šiluminės energijos (garo) gamybai.....	70
4.8.1.4 Ventiliacinės sistemos su šilumos rekuperacija įvertinimas.....	74
4.9 Pasiūlymų aplinkosauginis įvertinimas	77
4.9.1 Aplinkosauginių kaštų įvertinimas ir palyginimas.....	79
4.10 Poveikio aplinkai vertinimas ir palyginimas	80
IŠVADOS.....	85
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	87
PRIEDAI	92

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Tekstilės pluoštų degimo būdas.....	19
2 lentelė. Pirminių žaliavų parametrai.....	20
3 lentelė. Pluoštų tirpumas cheminiuose regentuose.....	21
4 lentelė. Apdirbamosios gamybos grynojo pelno/nuostolio palyginimas 2010 – 2014 m.....	31
5 lentelė. Darbuotojų skaičius ir atlyginimas pramonės sektoriuje.....	33
6 lentelė. ILCD 2011 Midpoint+ metodu vertinamos poveikio aplinkai kategorijos.....	47
7 lentelė. Acetono nuostoliai atskiruose gamybos baruose, (t/m.).....	53
8 lentelė. Acetono nuostoliai verpimo bare.....	53
9 lentelė. Žaliavų nuostoliai 1 t produkcijos pagaminti, (kg/m.).....	53
10 lentelė. Aplinkos apsaugos problemos cheminio pluošto įmonėje.....	58
11 lentelė. Aplinkos apsaugos kaštai, cheminio pluošto gamyboje, %.....	60
12 lentelė. Verpimo mašinų modernizavimo aplinkosauginis ir ekonominis įvertinimas.....	65
13 lentelė. Nuotekų šilumos regeneravimo sistemos įdiegimo aplinkosauginis ir ekonominis įvertinimas.....	69
14 lentelė. Biokuro katilo įdiegimo aplinkosauginis ir ekonominis įvertinimas.....	72
15 lentelė. Biokuro sandėlio įdiegimo aplinkosauginio ir ekonominio vertinimo rezultatai.....	73
16 lentelė. Gamybos patalpų parametrai.....	75
17 lentelė. Modernios ventiliacinės sistemos aplinkosauginis ir ekonominis įvertinimas.....	76
18 lentelė. Aplinkos apsaugos indikatorių įvertinimo rezultatai.....	79
19 lentelė. Aplinkos apsaugos kaštai, cheminio pluošto gamyboje po pasiūlymų, %.....	80
20 lentelė. Išteklių naudojimo poveikis klimato kaitai.....	81
21 lentelė. Aplinkos poveikis pagal susidarantį šiltnamio efektą sukeltą medžiagą.....	82

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 paveikslas. Organinių pluoštų klasifikacija pagal kilmę	15
2 paveikslas. Pirminiai siūlai	18
3 paveikslas. Celiuliozės acetato reakcija su acto rūgšties anhidridu.....	19
4 paveikslas. Acetilceliuliozės hidrolizacija.....	20
5 paveikslas. Acetilceliuliozės struktūra	20
6 paveikslas. Cheminio pluošto gaminių būvio ciklas	22
7 paveikslas. Biofiltrų valymo efektyvumas	28
8 paveikslas. Siūlių formavimas iš tirpalo „šlapiuoju“ būdu (viskozės pluoštas)	29
9 paveikslas. Siūlių formavimas iš tirpalo „sausuoju“ būdu (acetatinis pluoštas).....	29
10 paveikslas. Ūkio subjektų skaičius Lietuvoje.....	30
11 paveikslas. Cheminio pluošto gaminių pardavimas pagal rinką.....	31
12 paveikslas. Cheminio pluošto gaminių eksportas.....	32
13 paveikslas. Acetatinų siūlių gamyba, 2010 – 2014 m.	34
14 paveikslas. Oro taršos palyginimas	34
15 paveikslas. Pramonės įmonių išlaidos aplinkai 2014 m.	35
16 paveikslas. Investicijos į aplinkos apsaugą 2010 – 2014 m.	35
17 paveikslas. Ūkio subjektų skaičius Lietuvoje.....	36
18 paveikslas. Pasaulinis pluošto gamybos palyginimas	37
19 paveikslas. Efektyvaus išteklių naudojimo galimybių vertinimo metodika	38
20 paveikslas. Švaresnės gamybos diegimo etapai	39
21 paveikslas. Ekonominis įvertinimas	42
22 paveikslas. Būvio ciklo vertinimas pagal ISO 14040.....	48
23 paveikslas. Cheminio pluošto gamybos procesų srautų schema	50
24 paveikslas. UAB „Dirbtinis pluoštas“ cheminio pluošto gamybos procesų medžiagų ir energijos balansas...52	52
25 paveikslas. Acetatinų siūlių (1 t) pagrindinių žaliavų srautų diagrama.....	53
26 paveikslas. Elektros energijos ir šilumos sunaudojimas gamybos procesuose.....	54
27 paveikslas. Vandens sunaudojimas ir nuotekų susidarymas gamybos procesuose	55
28 paveikslas. Acetatinų siūlių gamybos technologinių procesų srautai.....	56
29 paveikslas. Siūlių formavimo technologinė schema (esama situacija).....	62
30 paveikslas. Verpimo proceso medžiagų ir energijos balansas (esama situacija).....	63
31 paveikslas. Verpimo mašinų sandarumo technologinė schema.....	64
32 paveikslas. Acetatinų siūlių (1 t) pagrindinių žaliavų srautai po pasiūlymo	66
33 paveikslas. Nuotekų medžiagų ir energijos balansas (esama situacija).....	67
34 paveikslas. Nuotekų medžiagų ir energijos balansas įdiegus šilumos regeneravimo sistemą.....	68
35 paveikslas. Garo sunaudojimo medžiagų ir energijos balansas (esama situacija).....	71
36 paveikslas. Biokuro katilo medžiagų ir energijos balansas po pasiūlymo.....	73
37 paveikslas. Rotacinis šilumokaitis.....	75
38 paveikslas. Medžiagų ir energijos balansas po pasiūlymų	78
39 paveikslas. Globalaus klimato atšilimo potencialo dėl šiltnamio efektą sukeliančių dujų susidarymo palyginimas	81
40 paveikslas. Cheminio pluošto poveikis aplinkai skirtingose poveikio aplinkai kategorijose palyginimas	82
41 paveikslas. Poveikio eutrofikacijai palyginimas	83
42 paveikslas. Poveikio aplinkai žalos kategorijose vertinimas ir palyginimas	83
43 paveikslas. Žalos vertinimas socialinės vertės svoriais	84

PRIEDŲ SĄRAŠAS

1 PRIEDAS. Elektrostatinis filtras	93
2 PRIEDAS. Biofiltras	93
3 PRIEDAS. Cheminio pluošto gamybos technologiniai procesai	93
4 PRIEDAS. Naudojamos žaliavos	97
5 PRIEDAS. Išmetinių iš lengvųjų transporto priemonių įvertinimas	101
6 PRIEDAS. Cheminio pluošto teisinių aktų apžvalga	106
7 PRIEDAS. Verpimo mašinų konstrukcijos	107
8 PRIEDAS. Nuotekų siurblinės	108
9 PRIEDAS. Nuotekų šilumokaitis	108
10 PRIEDAS. Mobilųjų taršos šaltinių išmetimų skaičiavimai, biokuro sandėlis ir skaičiavimai.....	109
11 PRIEDAS. Biokuro taršos šaltinių išmetimų skaičiavimai	110
12 PRIEDAS. Biokuro sąnaudos.....	111
13 PRIEDAS. Biokuro katilinė	112
14 PRIEDAS. Rotacinis šilumokaičio parametrai ir skaičiavimai	113

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS

- AAI – Aplinkos apsaugos indikatorius
AC – Acetilceliuliozės žaliava
AT – Atsipirkimo trukmė
BCĮ – Būvio ciklo įvertinimas
BVP – Bendroji pridėtinė vertė
CIRF – Tarptautinio viskozės ir sintetinių pluoštų komitetas
COM – Europos Sąjungos komisijos veiksmų ir pasiūlymų rinkinys
ECHA – Europos cheminių medžiagų agentūra
GOM – Acetono garų ir oro mišinys
LATIA – Lietuvos aprangos ir tekstilės įmonių asociacija
LOJ – Lakieji organiniai junginiai
REACH – Europos Sąjungos reglamentas
ŠG – Švaresnės gamybos koncepcija
TIPK – Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės leidimas

ĮVADAS

Europos ir pasaulio ekonomika, taip pat mūsų gyvenimo kokybė, labai priklauso nuo gamtos išteklių, todėl pagrindinis šių dienų pasaulio iššūkis - išteklių taupymas. Kitaip sakant - racionalus išteklių naudojimas ir gamybos bei vartojimo grandinėje generuojamos taršos mažinimas. Kaip vieni iš pagrindinių, šie tikslai atsispindi ir Strategijoje „Europa 2020“, pvz. viena iš *Strategijos „Europa 2020“ pavyzdinių iniciatyvų yra „Tausiai išteklius naudojanti Europa“*, kuria siekiama, kad efektyvus išteklių naudojimas taptų svarbiausiu principu įgyvendinant ES politiką. Šios politikos kontekste, spartus pramonės augimas yra kreipiamas į darnų pramonės vystymąsi, siekiant ekonominių, socialinių ir aplinkos aspektų darnos.

Pramonė yra priklausoma nuo gamtinių išteklių ir neišvengiamai daro didelį neigiamą poveikį aplinkai. Šių dienų pramonės sektoriaus augimą sąlygoja pagrindiniai aspektai: didėjantis vartojimas, augantys poreikiai, konkurencija. Dėl šių ir kitų priežasčių, pramonės sektoriuose, didinamos gamybos apimtys, gaminių pasirinkimas, ko pasakoje didėja gamtinių išteklių naudojimas ir poveikis aplinkai. Eurostat duomenimis pagrindiniai sektoriai, darantys didžiausią poveikį aplinkai yra elektros, šilumos, dujų, vandens tiekimas, transportas, žemės ūkis bei apdirbamoji pramonė. Jie prisideda prie didėjančio šiltnamio dujų išmetimo į aplinką kiekio (iki 50 proc.), energijos sunaudojimo, biologinės įvairovės nykimo, ozono sluoksnio mažėjimo. Poveikio aplinkai atžvilgiu svarbūs apdirbamosios pramonės sektoriai yra metalų apdirbimo pramonė, rafinuotų produktų gamyba, chemijos pramonė, dirbtinių pluoštų, ir tokių produktų stiklas ar cementas gamyba. ES pramonė sunaudoja beveik trečdalią visų energijos sąnaudų, iš jų net 58 % visos pramonės sektoriuje sunaudojamos energijos tenka geležies ir plieno, chemijos, popieriaus ir keramikos pramonei. Didelę reikšmę turi besivystančios šalys, kurios stengiasi perimti išsivysčiusių šalių patirtį. Darni pramonės plėtra, šiose šalyse sunkiai įgyvendinama, nes dažnai nesilaikoma aplinkosauginių reikalavimų, o išteklių gavyba ir žemas apdirbimo lygis siejamas su dideliu poveikiu aplinkai: oro ir vandens tarša, biologinės įvairovės nykimu.

Racionalus išteklių naudojimas yra vienas pagrindinių darnios pramonės tikslų. Svarbu gamybos procesuose optimaliai išnaudoti naudojamus atsinaujinančius ir neatsinaujinančius išteklius, analizuoti ir įvertinti gamybos procesus bei ieškoti priemonių ir būdų kurie pagerintų įmonių aplinkos apsaugos veiksmingumą, gaminių savybes, sulauktų visuomenės palaikymo, sumažintų poveikį aplinkai bei būtų ekonomiškai naudingi.

Darbo objektas – cheminio pluošto gamybos pramonė.

Tyrimo tikslas – išanalizuoti ir įvertinti efektyvaus išteklių naudojimo ir taršos mažinimo galimybes cheminio pluošto gamyboje taikant integruotą švaresnės gamybos ir būvio ciklo vertinimo metodiką.

Tyrimo uždaviniai:

- 1) Naudojantis moksline literatūra ir statistiniais duomenimis išanalizuoti cheminio pluošto gamybos aspektus bei problematiką darnios plėtros kontekste.
- 2) Išanalizuoti eksperimentui pasirinktos, cheminio pluošto gamybos įmonės procesus, nustatyti pagrindines aplinkos apsaugos problemas.
- 3) Pasiūlyti efektyvaus išteklių naudojimo ir poveikio aplinkai mažinimo priemones eksperimentinėje cheminio pluošto gamybos įmonėje ir atlikti pasiūlytų priemonių įvykdymo analizę.

- 4) Įvertinti pasiūlytų prevencijos priemonių aplinkosauginį veiksmingumą naudojantis sudarytais aplinkosauginiais indikatoriais.
- 5) Atlikti aplinkos apsaugos vadybos kaštų ir poveikio aplinkai vertinimo palyginamąją analizę.

Mokslinis naujumas. Darbe analizuojamos išteklių intensyvumo ir taršos mažinimo galimybės acetatinio pluošto gamyboje, kuri pasižymi unikaliais, senais tradicijomis turinčiais gamybos technologijomis. Šios gamybos procesai iki šiol buvo labai mažai analizuoti darnios plėtros aspektais, todėl darbe siūlomas prevencinių priemonių rinkinys ir įvertintas jo aplinkosauginis veiksmingumas yra naujas mokslinis rezultatas. Taip pat reiktų pažymėti, kad darbe naudojama integruota švaresnės gamybos ir būvio ciklo vertinimo metodika, o aplinkosauginis veiksmingumas vertinamas penkiolikoje skirtingų poveikio aplinkai kategorijų.

Darbo teorinė ir praktinė reikšmė. Darbe išsamiai apžvelgta cheminio pluošto pramonės problematika visais darnumo aspektais: aplinkosauginiu, ekonominiu, socialiniu. Išanalizuotas cheminio pluošto gamybos ir gaminių poveikis aplinkai visame būvio cikle. Eksperimentui pasirinktai acetatinių siūlų gamybos įmonei pasiūlytos ir įvertintos keturios pagrindinės, išteklių intensyvumo ir taršos mažinimo priemonės: verpimo mašinų modernizavimas (užsandarinimas), nuotekų šilumos rekuperacija, ventiliacinės sistemos modernizavimas, biokuro katilinės įdiegimas. Atlikta pasiūlytų, taršos prevencijos priemonių įvykdomumo analizė bei aplinkos apsaugos vadybos kaštų ir poveikio aplinkai palyginamoji analizė. Darbe pateikti pasiūlymai ir rekomendacijos gali būti taikomos cheminio pluošto gamybos įmonių aplinkosauginio veiksmingumo gerinimui.

1 CHEMINIO PLUOŠTO GAMYBOS POVEIKIS APLINKAI IR JO MAŽINIMO GALIMYBĖS: MOKSLINĖS LITERATŪROS ANALIZĖ

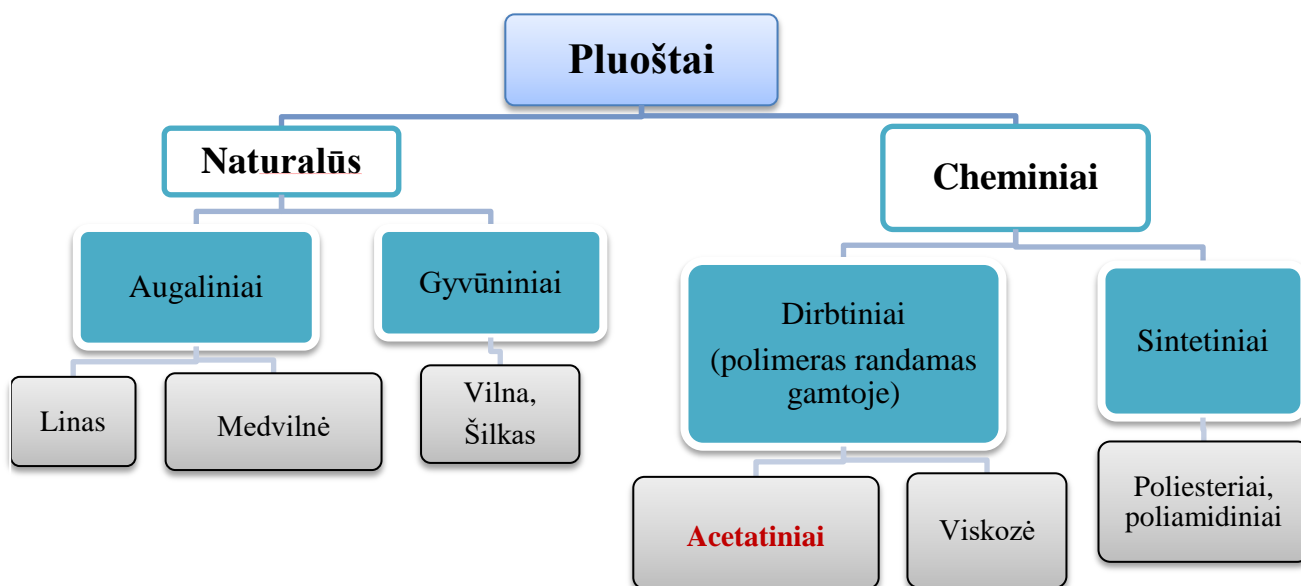
1.1 Tekstilėje naudojamų pluoštų analizė: klasifikacija, pagrindinė žaliava, savybės

Tekstilės pramonėje gaminiams gaminti naudojami įvairių rūšių pluoštai. Pluoštai yra medžiaga, kuriai būdingas lankstumas, plonumas, ilgis, stiprumas ir kt. savybės (De Araujo 2011).

1.1.1 Klasifikacija ir pagrindinė žaliava

Pluoštai dažniausiai suskirstomi pagal kilmę (gavimo būdą), elementinę grandinės sudėtį, savybes, paskirtį. Priklausomai nuo kilmės, pluoštai klasifikuojami į natūralius (gaminius) ir cheminius (natūraliai gamtoje neegzistuojančius) pluoštus (De Araujo 2011).

Pagal medžiagų savybes – į organinius ir neorganinius. Cheminės kilmės organiniai pluoštai papildomai skirstomi į dirbtinius ir sintetinius, kuriuose dirbtiniai pluoštai gaunami iš gamtinių polimerų, o sintetiniai – sintetiniai iš monomerų (žr. 1. paveikslą) (Možonienė 2008).



1 paveikslas. Organinių pluoštų klasifikacija pagal kilmę

Šaltinis: (Možonienė 2008).

Vieni iš plačiausiai naudojamu ir labiausiai žinomų natūralių pluoštų: augalinės kilmės (medvilnė, linai, kanapės) ir gyvulinės kilmės (vilna, šilkas). Natūralūs pluoštai gali būti gaunami iš sėklų (medvilnės), stiebų (linų, kanapių, džiuoto ir kt.) arba lapų (sizalio, heneko). Pagrindinė augalinio pluošto medžiaga yra celiuliozė. Kadangi šio tyrimo vienas pagrindinių objektų yra augalinės kilmės (celiuliozės) pluoštas, todėl šiame darbe daugiausia bus analizuojami augalinės kilmės: tiek natūralūs, tiek dirbtiniai pluoštai.

Atsižvelgiant į pluoštų panaudojimą, pagal paskirtį, pluoštai skirstomi į buitinius ir techninius pluoštus. Daugiausia natūralaus pluošto sunaudojama buityje, techniniams reikalams, medicinoje, dirbtinių odų ir kitose

pramonės šakose. Buitinėms reikmėms gaminami audiniai, mežginiai, neaustinės medžiagos. Techniniai pluoštai naudojami: lynams, žvejybos tinklams, filtrams, kompozitams ir t.t. (Možonienė 2008).

Pasaulyje didėja natūralaus pluošto naudojimo paklausa. Natūralių pluoštų grupėje, didžiausią dalį sudaro medvilnė. Žvelgiant iš aplinkosauginės pusės, medvilnė turi reikšmingą poveikį aplinkai, nes auginimo proceso metu naudojamos cheminės medžiagos, pesticidai, kurių likučiai užteršia žaliavą bei dirvožemį, kuriame ji auga. Plačiausiai pritaikomas ir nemažai naudojamas natūralus linų pluoštas, kuris pasižymi aukštomis higieninėmis savybėmis. Tačiau, šio pluošto pirmojo apdorojimo metu t. y. mirkant, susidaro aplinkos tarša, kuri apibūdinama, kaip pagrindinė ekologinė problema. Ekologiškiausiu laikomas augalinės kilmės – kanapių pluoštas, kurio auginimas, ilgą laiką, Europoje buvo draudžiamas. Šio pluošto auginimui ir priežiūrai nereikia naudoti cheminių medžiagų: herbicidų ar pesticidų. Jie auga greitai ir pasižymi dideliu derliumi (10/20 t/ha). Atsižvelgiant į kanapių pluošto stiprumą, atsparumą ir universalumą yra naudojamas ne tik techninės tekstilės gaminiams gaminti, bet ir buitinei tekstilei, izoliacinėms medžiagoms. Šis pluoštas pasižymi lengvu perdirbimu (Ragaišienė 2011).

Taupant natūralų pluoštą, pradėta ieškoti pakaitalų. Kaip alternatyva naudojamas cheminis pluoštas. Cheminiams pluoštams, pagamintiems naudojant polimerus iš gamtos, priskiriama viskozė, acetatinis pluoštas. Poliesteris ir poliamidinis pluoštai priskiriami cheminiu būdu susintetintiems pluoštams. Prie visų, plačiai naudojamų pluoštų, pradėta taikyti natūraliai auginamų bei cheminiu būdu apdorojamų pluoštų gamyba iš bambuko, sojos pupelių, kukurūzų, jūros dumblių ir kt. žaliavų (Ragaišienė 2011).

Atrastas naujas pluoštas iš bambuko, kuris gaminamas iš regeneruotos bambuko celiuliozės, kurio prigimtis panaši į viskozės, tačiau jis yra stipresnis ir stabilesnis. Šiam pluoštui gaminti naudojamosi Kinijoje veikiančia ir patentuota technologija, kurioje atliekami šarminės hidrolizės ir daugiafazinio balinimo procesai. Bambuko augalų naudojimą pluoštų gamyboje sąlygoja jo greitas augimo tempas nenaudojant trąšų ir kitų cheminių medžiagų. Jis apibūdinamas kaip greitai atsinaujintais gamtinis išteklius ir laikomas vienu ekologiškiausių pluoštų pasižyminčiu ir antibakterinėmis savybėmis.

Kitas populiarėjantis dirbtinis pluoštas – sojų pupelių proteino pluoštas. Šis pluoštas pasižymi teigiamomis natūralių ir sintetinių pluoštų savybėmis t. y. gerai adsorbuoja drėgmę, reguliuoja šilumos balansą. Be sojų pupelių proteino pluošto naujų pluoštų koncepcijai priskiriamas ir polilaktido pluoštas, t. y. vienintelis pluoštas, gaminamas pramoniniu būdu iš atsinaujinančių gamtinių išteklių – fermentuojant kukurūzus. Gautas pluoštas panašus į poliesterio pluoštą, tačiau turi sintetinių ir natūralių pluošto savybių. Jis pasižymi elastingumu (Kazakevičiūtė 2012).

Acetilceliulioziniai pluoštai gaminami iš acetilceliuliozės ir priskiriami cheminiam dirbtiniam pluoštui. Daugiau apie acetilceliuliozinius pluoštus pateikta 1.2 skyriuje.

1.1.2 Pagrindinės pluoštų savybės

Kiekvienas pagamintas gaminyje pasižymi specifinėmis, būtent jį išskiriančiomis savybėmis. Ne išimtis cheminio pluošto gamyboje gaminamiems pluoštams, kuriems būdingos specifinės savybės ir charakteristikos. Pluoštų pagrindinius parametrus apibūdina fizikinės ir mechaninės savybės, kurios suteikia informaciją apie

gaminio specifika, pagrindinius parametrus, struktūrą, panaudojimo galimybes (Sinclair 2015).

1.1.2.1 Fizikinės pluoštų savybės

Fizikinės cheminio pluošto savybės priklauso nuo atitinkamų parametrų. Pagrindinis parametras apibūdinantis pluoštą – ilginis tankis, teksas ($1 \text{ tex} = 1 \text{ g} / 1 \text{ km}$). Techniniams gaminiams gaminti naudojamas didesnis kaip 7 dtex, buitinės paskirties gaminiams gaminti naudojami nuo 2,4 iki 7 dtex ir ploni 1–2,4 dtex pluoštai (Možonienė 2008). Acetatiniai siūlai plačiau naudojami buitinės reikmės gaminiams gaminti, priskiriami plonų pluoštų grupei (1,6 dtex), kiek geresnėmis savybėmis pasižymi lajocelio pluoštai (1,3 dtex), kurių panaudojimas dar neišvystytas, tačiau pasižymi geresnėmis savybėmis nei viskozė ar acetatinis pluoštas (Rodet 2013).

Viena iš svarbiausių pluoštų savybių, turinčių didžiausią įtaką siūlų ir gaminių savybėms yra storis (Vitkauskas 2007). Pagal pluošto storį skirstomi į nano-, mikro-, ir įprastinio storio. Cheminiams pluoštams priskiriamas mikro- pluoštas, kuris pasižymi plonesniu nei 1 dtex ilginio tankio pluoštu (Možonienė 2008). Priklausomai nuo to, kuo pluoštas plonesnis, tuo verpalai yra stipresni.

Kitas parametras lemiantis pluošto geometrines savybes yra pluošto ilgis. Nuo pluošto vienodumo ir ilgio priklauso verpalų gamybos mašinų techniniai parametrai, bei galutinio produkto savybės. Pagamintas produktas yra plonesnis, stipresnis bei vienodesnis (Vitkauskas 2007).

Svarbu pažymėti pluoštų higroskopiškumą ir terminį atsparumą, spalvą, šilumos ir elektros laidumą. „Higroskopiškumas - tai medžiagos savybė keisti sorbuotą drėgmės kiekį kintant aplinkos drėgmei ir temperatūrai“. Pluoštuose yra drėgmės, tačiau keičiantis aplinkos santykinei drėgmei ar temperatūrai, kinta sugėrimas, kuris priklauso nuo makromolekulių, galinčių hidratuotis. Visos šios savybės lemia pluoštų higroskopiškumą. Šia savybe labiausiai pasižymi poliamidiniai, celiulioziniai pluoštai.

Pluoštų terminės savybės vertinamos pagal temperatūros pokytį ir fazines savybes. Pasikeitimai vyksta keičiantis temperatūrai. Aukštesnėje nei takumo temperatūroje, pluoštai virsta skysčiu. Medžiagos būsenos pasikeitimai priklauso nuo sugertos šiluminės energijos kiekio, o svarbiausiais faziniais pakeitimais laikomos takumo ir stiklėjimo temperatūros. Analizuojamų acetatinių pluoštų fazinės savybės kinta, priklausomai nuo temperatūrų skirtumo. Esant aukštesnei nei 230 – 300 °C temperatūrai, acetatiniai pluoštai lydosi, esant 180 °C ir žemesnei temperatūrai virsta kieta medžiaga. Šią acetatinių siūlų savybę lemia ilginė makromolekulių struktūra, nuo kurios priklauso ir polimerizacijos laipsnis (Možonienė 2008).

Pluoštų šilumos laidumas yra svarbus parametras eksploatacijos metu. Pluoštai, gebantys išlaikyti savo pagrindines savybes tam tikrame temperatūrų intervale, laikomi atsparūs karščiui. Priklausomai nuo pluošto naudojimo paskirties yra nustatyti temperatūros intervalai (nuo -50 °C iki 1000 °C). Šią savybę lemia pluoštų cheminė sudėtis (Možonienė 2008).

1.1.2.2 Mechaninės pluoštų savybės

Viena iš pagrindinių pluošto mechaninių savybių – stiprumas, kuris nustatomas pagal pluošto gebėjimą atlaikyti tempimo jėgas. Ši savybė priklauso nuo pluošto fizikinių savybių, t. y. ilginio tankio ir plaukelių kiekio.

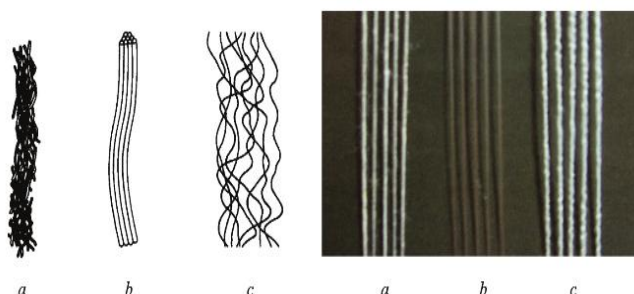
Stiprumas didėja esant mažesniai ilginiam tankiui, kuriame plonų plaukelių kiekis didžiausias (Pocienė 2004).

Pluoštų tūsumas ir tamprumas yra viena svarbiausių mechaninių savybių. Veikiant išorinėms jėgoms vyksta pluošto pasikeitimai – deformacijos, kurios priklauso nuo pluošto struktūros, aplinkos temperatūros, veikiamų jėgų dydžio, poveikio trukmės. Pluošto atsparumas trinčiai, kaip ir tamprumas, siejami su pluošto ilgaamžiškumu. Kuo jis atsparesnis trinčiai, tuo lengviau perdirbti ir plačiau taikomas tekstiliniams gaminiams gaminti. Trinties savybė svarbi pluoštų verpimo metu. Esant visiškai lygiam pluošto paviršiui, tarp jų nesant trinties, jų neišeitų suverpti (Možonienė 2008). Acetatinių siūlų trinties savybėms pagerinti siūlai tepami riebiųjų.

Pagrindinės savybės lemiančios acetatinių siūlų stiprumą ir tūsumą yra pirminės žaliavos kilmė. Stipriausi ir tvirtiausi pluoštai pagaminti iš acetilceliuliozės. Papildomos acetatinių siūlų savybės priklauso ir nuo gamybos būdo. Verpiant acetatinius siūlus „sausuoju“ būdu pagerinamos siūlo deformacinės savybės, tampa atsparesnis išorinių jėgų poveikiui (Pocienė 2004).

1.1.3 Verpalų tipai, tekstilinių gaminių atpažinimas

Tekstilės pramonėje yra platus pluoštų pasirinkimas. Vartotojams pateikiama naujų pluoštų darinių, kurie suteikia gaminiams naujas savybes. Pavyzdžiui iš gijų sudaryti siūlai (2 paveikslas (b, c)) vadinami gijiniais siūlais. Jie paprastai būna vienos gijos arba daugiagijai. Vienos gijos siūlų vienintelė gija yra daug storesnė už daugiagijų siūlų gijas. Daugiagijai siūlai sudaryti iš daugelio gijų (nuo keliolikos iki kelių šimtų). Gijos paprastai būna tarpusavyje susuktos arba supintos (Baltruškaitė 2012).



2 paveikslas. Pirminiai siūlai; a – verpalas; b – daugiagijinis (lygusis); c – tekstūruotieji siūlai

Šaltinis: (Baltruškaitė 2012)

Kai kuriuos gamtinius pluoštus nesunku atpažinti tiesiog pagal jų išvaizdą. Cheminio pluošto pagal išvaizdą sunku arba visiškai neįmanoma nustatyti. Pluoštus atpažinti galima pagal jų degimo pobūdį. Šiuo metu patikimiausiai galima nustatyti celiuliozinius ir baltyminius pluoštus, bei sintetinius pluoštus. Didžiausi sunkumai atsiranda nustatant sintetinio pluošto tipą ar pluoštų mišinį. Tekstilės pluoštų degimo pobūdis pateiktas (žr. 1 lentelę) (Vitkauskas 2007).

1 lentelė. Tekstilės pluoštų degimo būdas

Pluoštas	Pasikeitimai			Kvapas
	prie liepsnos	liepsnoje	ištraukus iš liepsnos	
Celiulioziniai: medvilnė, linas, viskozė (CV)	Užsiliepsnoja	Dega greitai	Dega toliau, smilksta	Degančio popieriaus
Baltyminiai: vilna, šilkas	Raitosi	Dega lėtai, spragsi	Lėtai užgęsta	Stiprus degintų ragų ar plunksnų
Acetilceliulioziniai: acetatas (AC), triacetatas (CTA)	Užsiliepsnoja	Dega greitai	Dega toliau	Silpnas acto rūgštis
Poliamidiniai (PA)	Traukiasi, lydosi	Lydosi be liepsnos	-	Smalkūs
Poliesteriniai (PES)	Traukiasi, lydosi	Lydosi be liepsnos	-	-
Akriliniai (PAN)	Lydosi	Dega	Lėtai užgęsta	-

Šaltinis: (Vitkauskas 2007)

Tekstilės pluoštų atpažinimo – deginimo metu stebima pluoštų pasikeitimai prie liepsnos, liepsnoje ir ištraukus iš liepsnos bei atsirandančio kvapo. Pluoštų elgsenos savybės priklauso nuo pagrindinių žaliavų. Celiulioziniai ir acetilceliulioziniai pluoštai, kurių sudėtyje, yra celiuliozės, deginimo metu elgsena yra panaši t. y. prie liepsnos užsiliepsnoja, liepsnoje – dega greitai, o ištraukus iš liepsnos dega toliau. Pagrindinės savybė, kuri padeda atskirti celiuliozinius pluoštus nuo acetilceliuliozinių – specifinis kvapas. Acetilceliulioziniui pluoštui būdingas silpnas acetono rūgštis kvapas.

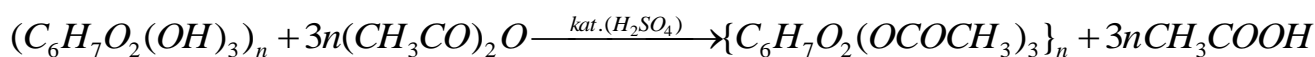
Nepavykus atpažinti pluošto degimo būdu, taikomi sudėtingesni metodai. Nustatant medžiagas, atsiranda panašumų, todėl siūloma naudoti pluošto tirpinimo metodą (Vitkauskas 2007).

1.2 Cheminio pluošto žaliavos (acetilceliuliozės) paruošimo metodai ir žaliavos kokybės įvertinimas

1.2.1 Acetilceliuliozės paruošimo metodai

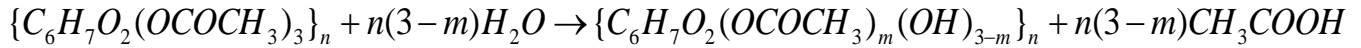
Pagal pluoštų klasifikaciją acetilceliuliozė yra dirbtinis, pusiau sintetinis polimeras. Šiai medžiagai paruošti reikia celiuliozės, kuri gaunama iš medienos ją papildomai apdorojant. Atsižvelgiant į reikalingą medienos kiekį ir ribojamą žemės plotą jos auginimui, imamasi priemonių ir būdų kaip gauti tinkamas žaliavas pluošto gamybai, kuo mažiau naudojant grynosios žaliavos (celiuliozės).

Tradiciniai būdai paruošti acetilceliuliozę yra celiuliozę tirpinti acto rūgštyje. Prieš vykdant reakcijas celiuliozė yra papildomai apdorojama t. y. mirkoma acto rūgštyje ar vandenyje, kad pagerėtų reagentų prieinamumas prie hidroksigrupių, esančių celiuliozėje. Paruošta celiuliozė ir joje esančios hidroksigrupės sąveikauja su acto rūgštyje esančiais acto rūgštis anhidridais, rūgštineje terpėje (katalizatorius sieros rūgštis), t. y. vykdoma esterinimo reakcija (žr. 3 paveikslą). Ši reakcija svarbi siekiant pagerinti celiuliozės tirpumo savybes (Jinghuan 2016).

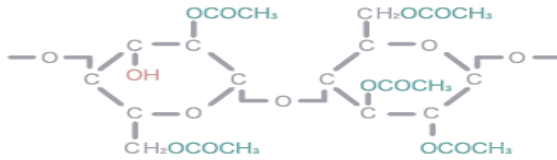


3 paveikslas. Celiuliozės acetato reakcija su acto rūgštis anhidridu

Norint gauti gryną acetilceliulozės, atliekama papildoma reakcija, kurioje naudojamas vanduo, hidrolizuoti esterio grupėms (žr. 4 paveikslas):



4 paveikslas. Acetilceliulozės hidrolizacija



5 paveikslas. Acetilceliulozės struktūra

Gautos acetilceliulozės nuosėdos, su atitinkamu acetilo grupių skaičiumi, išdžiovinamos ir naudojamos acetatinių siūlų gamybai.

Svarbu paminėti, kad reakcijos kokybė priklauso nuo celiuliozėje esančių hidroksi grupių, kurios sąveikauja su acto rūgštimi, o acetilceliulozės savybės priklauso nuo pakeitimo laipsnio, t. y. acetilo grupių skaičiaus.

Jinghuan C., Jikun X., Kun W. 2015. atliko tyrimą siekiant palyginti bei nustatyti tinkamiausią pirminę žaliavą acetilceliulozės gamybai. Vertinamos greitai atliekamos esterinimo reakcijos, neprarandant būtinų medžiagos savybių ir stebint pagrindinius parametrus: klampą, pakeitimo laipsnį ir mechanines savybes. Gauti tyrimo rezultatai pateikiami 2 lentelėje.

2 lentelė. Pirminių žaliavų parametrai

Pluoštas	Klampa		Pakeitimo laipsnis	Mechaninės savybės	
	Prieš esterinimą	Po esterinimo		Tempimo stipris, (cN/dtex)	Pailgėjimas nutrūkimo momentu, %
Mikrokristalinė celiuliozė	520	286	2,9	0,23	3,4
Minkšta medvilnė	781	477	2,9	0,29	2,6
Kviečių šiaudų celiuliozė	1718	1105	2,8	0,46	3,1
Bambuko celiuliozė	2099	1368	2,8	0,55	2,7
Spigliuočių medžių plaušiena	2312	1553	2,7	0,58	2,3
Kietmedžio plaušiena	2766	1966	2,6	0,73	3,9

Šaltinis: (Jinghuan 2016)

Tyrimo rezultatai parodė, kad geriausiomis savybėmis pasižymėjo kietmedžio plaušiena. Plaušienos struktūra, taisyklingumas, aukšta klampa, mechaninės savybės, o ypač pakeitimo laipsnis, lemia tinkamą panaudojimą verpimo tirpalo gamyboje. Tyrimo metu buvo vertinamas acetilecliuliozės žaliavų, pakeitimo laipsnis. Nustatyta, kad esant didesniai nei 2,7 pakeitimo laipsniui, žaliavos yra tinkamos naudoti tik triacetatiniams siūlams gaminti. Iš tyrimo tirtų pluoštų, aišku, kad acetilceliuliozinių siūlų gamybai,

tinkamiausia naudoti, kietmedžio plaušieną.

Esterinimo reakcijų privalumas yra – susintetinamas per trumpą laiką (15 min), o nesureagavusios celiuliozės žaliavos, gali būti naudojamos antrą kartą, esterinimo procese. Tyrimo metu reakcijose nenaudojamos papildomos rūgštinės medžiagos ir išvengiama įrangos korozijos (Jinghuan 2016).

1.2.2 Celiuliozės tirpumas ir acetilceliuliozės kokybė

Celiuliozė yra natūralus polimeras, pasižymintis tvirta struktūra. Nesilydo ir netirpsta įprastuose tirpikliuose dėl kristalinės struktūros.

Atliekami tyrimai ir ieškoma alternatyvių procesų celiuliozės tirpinimui – homogenizavimui, siekiant išvengti susidarancių gelių, padidinti tirpumą, sumažinti klampą ir t.t. Tyrimo tikslui įgyvendinti vykdomi celiuliozės struktūros tyrimai, tirpiklių parinkimas, nustatomi papildomi parametrai (laikas, temperatūra). Acetilceliuliozė yra gaunama sąveikaujant trims komponentams: celiuliozei, joniniui skysčiui ir acto rūgšties anhidridui, esant skirtingoms sąlygoms (laiko ir temperatūros). Siekiant gauti reikiamos kokybės ir parametru acetilceliuliozę, yra naudojamosi standartizuotomis sąlygomis ir metodikomis. Pasiūlyta alternatyva, joninis skystis, kuris sumažina sunaudojamų žaliavų kiekį, pagerina acetilceliuliozės savybes, padidina acetilceliuliozės naudojimo galimybes ir kokybę. Joninio skysčio platų panaudojimą riboja kaina bei reikalingos papildomos priemonės, efektyviam jo perdirbimui ir pakartotinam naudojimui (Jogunola 2016).

Priklausomai nuo pluošto cheminės sudėties, įvairiuose cheminiuose reagentuose jie tirpsta skirtingai. Pagrindinės pluoštų tirpumo savybės pateiktos 3 lentelėje.

3 lentelė. Pluoštų tirpumas cheminiuose reagentuose

Pluoštas	Natrio šarmas	Rugštys					Acetone	Fenole
		sieros	druskos	azoto	skruzdžių	acto		
Medvilnė	N	T (k)	T (k)	T	-	-	N	N
Linai	N	T (kš)	T (kv)	T	-	-	N	N
Vilna	T (sv)	BT (kv)	BT (k)	N	N (k)	N (k)	N	N
Šilkas	T (kš)	BT (k)	BT (k)	N	N (k)	N (k)	N	N
Viskozė (CV)	T (k), N (sv)	T (k)	T	T	-	-	N	N
Acetatas (CA)	T (k)	T (k)	T	T	-	T	T	BT
Triacetatas (CTA)	-	T (k)	T (k)	T (k)	-	T	N (70 %)	-
Poliamidas (PA)	N	T (k)	T (š)	T (š)	T (kš)	-	N	T
Poliesteris (PES)	T (v)	T (kv)	T (kv)	T (š)	N	N	N	T (š)
Akrilas (PAN)	BT	N	N	T (k)	-	-	-	-

Žymenys: T- tirpsta, BT – blogai tirpsta, N – netirpsta, s – silpname tirpale, k – koncentruotame tirpale, 70 % - tam tirpus koncentracijos tirpale, š – šildant, v – virinant.

Pastaba. Lentelėje pateikti duomenys nėra išsamūs, įvairiai apdorojus, pakoregavus ar kitaip pažeidus pluoštą, jo tirpimas gali pakisti.

Šaltinis: (Vitkauskas 2007)

Išanalizavus pluoštų tirpumą įvairiuose cheminiuose reagentuose pastebėta, kad visi pluoštai išskyrus vilną, poliesterius ir akrilą, tirpsta rūgštyse. Pluoštų tirpumą lemia jų cheminė sudėtis, pirminės žaliavos

savybės, papildomos medžiagos, apdorojimo būdai. Geriausiomis tirpumo savybėmis pasižymėjo acetatinis pluoštas, kuris turi geras tirpumo savybes visuose tirpaluose. Tai vienintelis pluoštas, kuris turi savybę tirpti acetone. Tirpumą acetone nulemia pirminės žaliavos – acetilceliuliozės paruošimas.

1.3 Cheminio pluošto gaminių poveikis aplinkai visame būvio cikle ir jo mažinimo galimybės

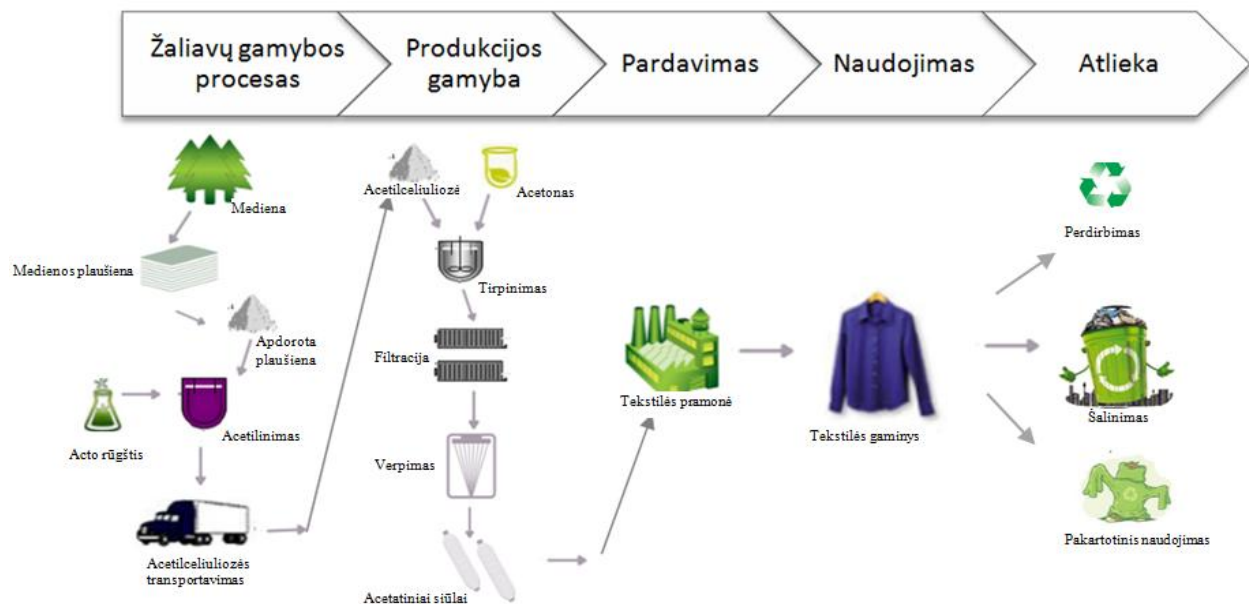
Cheminio pluošto gaminių vartojimas pasaulyje nuolat auga, priežastys įtakojančios pluošto paklausą yra pasikeitęs vartotojų požiūris į aplinką ir padidėjęs neatsinaujinančių išteklių naudojimas.

Cheminio pluošto gamybos sektorius, kaip ir daugelis kitų pramonės ūkio sektorių, prisideda prie aplinkos neigiamo poveikio. Norint įvertinti analizuojamos gamybos ir gaminių neigiamus aplinkosaugos aspektus, svarbu išanalizuoti jo būvio ciklą. 1.3.1 poskyryje plačiau analizuojama cheminio pluošto poveikis aplinkai skirtingose būvio ciklo etapuose – nuo žaliavų išgavimo iki galutinio deponavimo (Staniškis 2010).

1.3.1 Cheminio pluošto poveikis aplinkai visame būvio cikle

Cheminio pluošto ūkio sektoriaus įvertinimas siejamas su gaminių ir procesų daromu poveikiu aplinkai, t. y. nustatant ir kiekybiškai įvertinant sunaudojamą energiją, medžiagas, išsiskiriančias emisijas į aplinkos orą. Tikslūs, neigiami aplinkosaugos aspektai įvertinami tik detalai ir tiksliai tiriant visą gaminių būvio ciklą.

Analizuojamo cheminio pluošto būvio ciklo sistema pateikiama 6 paveiksle.



6 paveikslas. Cheminio pluošto gaminių būvio ciklas

Acetatinė siūlų būvio ciklą, galima suskirstyti į penkis pagrindinius etapus:

- Žaliavų gamybos procesą – šis etapas prasideda nuo pagrindinių žaliavų (celiuliozės) išgavimo ir apdorojimo procesų;
- Produkcijos gamybą – šiame etape vykdoma cheminio pluošto gamyba. Gamybos procesuose žaliava apdorojama (tirpinama, filtruojama) bei formuojamas galutinis produktas – acetatinis siūlas. Gauti produktai rūšiuojami, pakuojami ir tiekiami užsakovams.
- Pardavimą – šis etapas susijęs su pluošto tiekimu į tekstilės gaminių gamybą, bei eksportui į kitas

šalis.

- Naudojimą – šiame etape atsižvelgiama į vartojimą, cheminio pluošto gaminių naudojimą, priežiūrą.
- Atliekas – šiame etape vertinamas galimas cheminio pluošto gaminių pakartotinis naudojimas, perdirbimas ir šalinimas.

Daugumai būvio ciklo etapų reikalinga energija, susidaro atliekos ir išmetami teršalai. Transportas yra svarbus kiekviename etape. Didžiausias energetinis poreikis yra gamybos procesuose.

Žaliavų gamybos procesas

Žaliavų gamybos procesas skirstomas į du pagrindinius etapus. Pirmame etape atliekamas celiuliozės gavimas iš medienos. Antrame etape – cheminis celiuliozės paruošimas. Pagrindinė žaliava, reikalinga cheminio pluošto gamybai yra celiuliozė, kuri gaunama iš medienos. Atsižvelgiant į miškų plotų mažėjimą, celiuliozės gavybai specialiai auginami dirbtiniai miškai (plantacijos). Europoje auginama ir cheminio pluošto gamybai naudojama buko ir eukalipto mediena. Medienos augimui gerinti naudojamas fosforo ir azoto trąšos. Paruošta mediena, į plaušienos gamybą, tiekama kelių transportu ir geležinkeliu. Aktualu būtų vertinti galimą poveikį aplinkai dėl šiltnamio efektą sukeliančių dujų dėl miško plotų mažėjimo bei dirvožemio užterštumo didėjimo, dėl trąšų naudojimo. Tačiau autorių atlikti tyrimai rodo, kad celiuliozės pluoštui auginama mediena turi nuo 2 iki 7 kartų mažesnę globalinio šiltėjimo potencialą nei medvilnė (Shen 2010; Figueireda 2012).

Antrame žaliavos ruošimo etape vykdomos cheminės reakcijos. Vykstant cheminėms reakcijoms naudojama elektros energija, šiluma bei papildomos cheminės medžiagos. Reakcijos metu susidaro tirpalas ir žaliavų likučiai, kurie pakartotinai naudojami kitose cheminėse reakcijose. Susidarę šalutiniai produktai, cheminių medžiagų likučiai bei atliekos, kurių sutvarkymas reikalauja papildomų išlaidų ir sukelia pavojų aplinkai. Pagamintos produkcijos džiovinimui reikalinga šiluminė energija, kuriai pagaminti naudojami gamtiniai išteklių, kas sukelia neigiamą poveikį aplinkai.

Žaliavos gamybos proceso etape, didžiausias poveikis aplinkai daromas acetilceliuliozės gamybos metu: naudojami žaliavų išteklių, cheminės medžiagos, šiluminė ir elektros energija, susidaro teršalai į aplinkos orą.

Produkcijos gamyba

Produkcijos gamybos etapas susidaro iš dviejų pagrindinių procesų: verpimo tirpalo ruošimo ir siūlo verpimo. Verpimo tirpalo gamyboje naudojama žaliava ir tirpiklis. Procesuose naudojamos cheminės medžiagos, kurios gali paveikti darbo aplinkos orą bei būti pavojingos aplinkai. Žaliavų paruošimo metu, aplinkos ore, atsiranda dulkių, kurios didina aplinkos užterštumą ir blogina darbo sąlygas. Produkcijos gamybos procesuose neišvengiamai susidaro tirpiklio išlakų į aplinkos orą. Didžiausias tirpiklio garavimas vyksta verpimo proceso metu. Šis garavimas siejamas su žaliavos praradimu, oro tarša. Visuose produkcijos gamybos etapuose naudojama energija. Daugiausia energijos sunaudojama: tirpalo maišyme, filtravime, verpime. Didžiausios šilumos sąnaudos susidaro siūlų verpimo procese ir tirpiklio regeneracijos metu, kada šilumos gamybai naudojami gamtiniai išteklių, dėl kurių naudojimo didinama oro tarša (Shen 2010).

Neišvengiamai susidaro pavojingų cheminių medžiagų, kurios naudojamos gamybos procesuose, ir reikalauja specialių utilizavimo procesų. Dėl didelio tirpiklio lakumo, visuose produkcijos gamybos procesuose, išsiskiria lakiųjų organinių teršalų emisijos į darbo ir aplinkos orą.

Visuose gamybos procesuose naudojama elektros energija, šiluminė energija, kuri gaminama naudojant

gaminius išteklius. Gamybos procesuose susidaro nuostoliai, kurie sąlygoja didesnę energijos sunaudojimą, o tuo pačiu ir gamtinių išteklių naudojimą.

Išanalizavus produkcijos gamybos procesus, susidarančias atliekas, poveikį aplinkai buvo įvertinta, kad šis būvio ciklo etapas, įvardinamas kaip didžiausią poveikį aplinkai darantis procesas. Tai siejama su didelėmis energijos sąnaudomis, gamtinių išteklių naudojimu, energetiniais nuostoliais, pavojingų cheminių medžiagų poveikiu aplinkai, atliekų susidarymu. Šis būvio ciklo etapas sukelia daugiausiai problemų ieškant tinkamiausių sprendimo būdų poveikio aplinkai mažinimo etapuose (Shen 2010).

Naudojimas tekstilėje

Cheminio pluošto gaminiai tiekiami į tekstilės pramonės įmones, kuriose gaminami įvairaus asortimento gaminiai. Gaminami audiniai, paltų, kostiumų, suknelių gamyboje. Siūlai plačiai pritaikomi ir naudojami techninėms reikmėms ir medicinoje.

Tekstilės gaminių gamyba prasideda nuo pagrindinių procesų: audimo ir paruošimo. Tekstilės audinių apdirbimas yra apibūdinamas, kaip gamtinius išteklius naudojančių ir jų teršiančių procesų. Daugiausiai sunaudojama vandens, cheminių medžiagų (dažų) ir energijos. Pagrindinė aplinkos tarša – nuotekose esantys cheminių medžiagų likučiai bei susidarančios pavojingos cheminės atliekos. Šiai problemai spręsti pradėta ieškoti ekologiškesnių dažiklių, kurie sumažintų poveikį aplinkai gaminant gaminius (Shen 2010).

Cheminis pluoštas naudojamas ne tik tekstilinių gaminių gamyboje, bet plačiai taikomi cigarečių filtrų gamyboje. Pagal cigarečių gamybos apimtį ir susidarantį atliekų kiekį, kaip tinkamiausia žaliava filtro gamybai pasirinktas cheminis pluoštas. Ši medžiaga pasižymi geromis filtravimo savybėmis, o susidariusios atliekos skaidžios. Šiai problemai išspręsti buvo analizuojamas cigarečių filtro atliekų skaidumas ir įrodyta, kad ši susidaranti atlieka biologiškai suyra veikiami aplinkos sąlygų (UV spindulių) ir žymesnio poveikio aplinkai nesukelia (Pasauline acetatinių gaminių asociacija 2011).

Tekstilės gaminių naudojimas

Naudojimo etape pagrindiniai tikslai yra susiję su gamtinių išteklių taupymu, gaminių tvariu naudojimu ir produktų aplinkosauginiu veiksmingumu. Tekstilės gaminių priežiūra yra neatsiejama būvio ciklo dalis. Vartotojo įsigyti gaminiai reikalauja priežiūros: skalbiamo, džiovinimo, cheminio valomo, lyginamo. Vartojimo etapas pasižymi dideliu energijos, vandens ir priežiūros priemonių (ploviklių) sunaudojimu, nuotekų susidarymu, dideliu jų užterštumu. Priklausomai nuo šių sąnaudų, pradėtos gerinti gaminių savybės, kurios sumažintų gaminių priežiūrą t. y. būtų rečiau skalbiami, sumažinamas sunaudojamo vandens ir energijos kiekis. Siekiant sumažinti vandens eutrofikaciją bei fosfatų kiekį nuotekose, siūloma naudoti sintetintus biologiškai skaidžius ploviklius. Taip pat didelis dėmesys skiriamas skalbimo mašinų pakeitimams, kurios sumažintų skalbimui naudojamą vandens kiekį ir elektros energiją.

Visos šios produkto naudojimui siūlomos priemonės prisideda prie poveikio aplinkai mažinimo naudojimo etape (Baltrušnikaitė 2012).

Atliekos

Atliekų susidarymas yra neišvengiamas procesas, visuose būvio ciklo vertinimo etapuose. Gamybos procesuose susidariusios atliekos perdirbamos ir pakartotinai panaudojamos naujų produktų gamyboje.

Didelė dalis atliekų susidaro tekstilės gamybos metu ir po naudojimo. Dalis tekstilės atliekų šalinamos

sąvartynuose, sumokant didelius mokesčius už atliekų išvežimą, tačiau griežtėjantys aplinkosauginiai reikalavimai skatina atliekas, kaip vertingą išteklių, panaudoti naujų gaminių gamyboje. Svarbu paminėti, kad tekstilės atliekų tvarkymas yra sudėtingas ir apimantis daugelį rinkos dalyvių. Tekstilės atliekų perdirbėjai susiduria su atliekų nevienodumu, t. y. pagal žaliavų sudėtį. Mišrios sudėties gaminiai sunkiai perdirbami į aukštos kokybės gaminius. Iš tekstilės atliekų gaminamos šluostės, trikotažiniai gaminiai, neaustinė medžiaga, šilumos ir garso izoliacijų medžiagos. Tekstilės atliekos naudojamos ne tik tekstilinių gaminių gamyboje, bet ir žemės grunto sustiprinime, popieriaus gamyboje, baldų, kuro briketų, automobilių padangų sudėtyje, termoizoliacinėms medžiagose (Haule 2016).

Įvertinus gaunamų atliekų kokybę, gaminami aukštos rūšies nauji tekstilės gaminiai. Atliekos susmulkinamos ir suverpiamos į verpalus naudojant (80–50 proc.) atliekų ir įmaišant (20–50 proc.) naujų pluoštų (Baltrušnikaitė 2012).

Iš cheminių pluoštų pagaminti nekokybiški gaminiai gali būti gražinami pluoštų tiekėjams, kurie perdirbami, papildomai apdorojami ir panaudojami kaip žaliava siūlų gamybai.

Tačiau pagrindinė atliekų tvarkymo problema yra po galutinio vartojimo susidariusios tekstilės atliekų šalinimas į bendrą komunalinių atliekų sistemą. Taip didinamas šalinamų atliekų kiekis sąvartynuose, sąvartynų plotai, šiltnamio efektą sukeliančių dujų išsiskyrimas, kuris prisideda prie klimato kaitos, neigiamo poveikio aplinkai ir žmonių sveikatai.

Transportavimas

Cheminio pluošto gaminių būvio ciklas apima daug pervežimo etapų. Žaliavos į įmonę tiekiamos iš viso pasaulio, skirtingais transportavimo būdais. Viso būvio ciklo metu kiekvienas tarpinis produktas tiekiamas į atitinkamas apdorojimo vietas, kas didina sunaudojamo iškastinio kuro kiekį, bei taršą iš mobilių taršos šaltinių, todėl reikalinga tiksli transporto logistika. Mažinant poveikį aplinkai bei taikant prekių vežimo aplinkosaugines priemones, galima prisidėti prie aplinkos išsaugojimo ir tvaresnio vartojimo. Dažniausiai tai siejama su maršruto optimizavimu, vežėjų naudojamomis švaresnėmis technologijomis, transportuojamo gaminio savybėmis: svoriu, kiekiu, pakuotės optimizavimu (Staniškis 2004).

Europos Sąjunga pasiūlė veiksmų ir pasiūlymų rinkinį (COM (2008) 0397), siekiant didinti produktų aplinkosauginį veiksmingumą visuose būvio ciklo etapuose. Pramonės įmonėse bandoma plačiai pritaikyti ir įtvirtinti gyvavimo ciklo koncepciją, kuri taikoma Europos Sąjungos politikoje. Tai priemonė, kaip įvertinti produktų ir paslaugų gerinimo galimybes, sumažinti išteklių naudojimą bei poveikį aplinkai visuose produkto būvio ciklo etapuose (nuo žaliavos išgavimo iki galutinio deponavimo) (Europos Sąjunga 2012).

Įvertinus būvio ciklą cheminio pluošto pramonėje, didžiausias neigiamas poveikis aplinkai yra produkcijos gamybos sektoriuje, verpimo procese, kuriame susidaro dideli žaliavos praradimai ir energijos sąnaudos, kas sąlygoja didžiausią neigiamą poveikį aplinkai. Tolimesnėje analizėje atliekamas tyrimas, ieškant priemonių ir būdų kaip spręsti susidarancias žaliavos praradimo problemas.

1.3.2 Taršos prevencijos priemonės cheminio pluošto gamyboje

Lietuvos pramonė orientuota į „Nacionalinę darnaus vystymosi strategiją“, kurioje akcentuojama ir

skatinama pramonės ūkio sektorius efektyviau naudoti gamtinius išteklius, tobulinti gamybos procesus, vykdyti atliekų prevenciją (Nacionalinė darnaus vystymosi strategija 2011).

Cheminio pluošto gamybos procesai yra sudėtingi, vienas kuo kito priklausantys ir pagal technologinius procesus sunkiai pakeičiami. Įvertinus esamo gamybos proceso ilgaamžiškumą ir patikimumą ieškant tinkamiausių ir aplinkai palankiausių pasiūlymų sprendimų remiamasi „pasauline patirtimi“ ir siūlomomis priemonėmis, kurių analizė yra pateikta šiame skyriuje.

Regeneracijos procesas – svarbus cheminio pluošto gamybai ir yra įvardinama kaip taršos prevencinė priemonė. Taršos prevencinės priemonės padeda imtis veiksmų, siekiant optimizuoti gamybos procesus, taupyti žaliavas ir lėšas, padidinti našumą, gerinti produktų kokybę, darbo sąlygas bei sumažinti poveikį aplinkai (Nadzeikienė 2012).

Kiekviename cheminio pluošto gamybos procese į aplinkos orą išsiskiria lakieji organiniai junginiai bei kitos medžiagos. Siekiant suvaldyti ir susigrąžinti bei išvengti žaliavų nuostolio vykdoma cheminių medžiagų regeneracija, kuri iš oro ir medžiagų mišinio regeneruoja žaliavas, taip sumažinama aplinkos tarša, sutaupoma žaliavų, pagaminama daugiau produkcijos.

Pasiūlymai ir taršos prevencinės priemonės gamybos procesams

Regeneracijos procese, vykdant desorbciją, regeneruojama adsorberio įkrova. Šiam procesui vykdyti naudojamas garas, kuris tiekiamas pro pneumatinius vožtuvus. Senus pneumatinius vožtuvus siūloma pakeisti į sandarius, su jutiklių sistema, pilnai automatizuotus pneumatinius vožtuvus. Adsorbcijos kolonoje įmontuojant jutiklius, kuriuose būtų nustatyti optimalūs desorbcijos režimo parametrai. Jutiklių pagalba, automatiškai reguliuojami pneumatiniai vožtuvai ir paduodamas garas. Įgyvendinus šį pakeitimą galima, sumažinti garo ir energijos sąnaudas.

Naudoti automatizuotus ventiliatorius, oro mišinio nutraukimui, iš gamybinių patalpų. Galima naudoti daviklius, kuriais nustatomas kiekvienas oro srautas ir automatiškai reguliuojamas ventiliatorių veikimo režimas. Tai padėtų sutaupyti energijos ir sumažinti oro mišinio kiekį darbo aplinkoje (Staniškis 2010).

Adsorbcinės medžiagos tinklų - pertvarų naudojimas padėtų optimaliai ir lygiai paskirstyti aktyvios anglies įkrovą adsorberyje ir padidinti acetono adsorbciją.

Atlikti bandymus su naujomis, pigesnėmis adsorbcinėmis medžiagomis. Naudojamos įprastos aktyvios anglies įkrovos, kur gali būti pakeistos į žinomus kitus adsorbentus: aliuminio oksidą, silikagelį, ceolitą, polimerinius adsorbentus, kurie pasižymi dideliu adsorbcijos greičiu, lengvu regeneravimu, hidrofobiškumu, dideliu aktyvumu. Pakeitus adsorbcinę medžiaga galima sumažinti įmonės kaštus įkrovos pirkimui, daugiau adsorbuoti medžiagos, taip susigrąžinama daugiau žaliavos ir sumažinama oro tarša (Nadzeikienė 2012).

Gamybos patalpose apšvietimo sistemoje įmontuoti judesio daviklius. Ši sistema sumažintų elektros energijos sunaudojimą apšvietimui gamybos patalpose.

Regeneracijos proceso pasiūlymai

Regeneracijos procesuose naudojami pakankamai seni, klasikiniai regeneracijos būdai. Sena įranga reikalauja nuolatinės priežiūros, investicijų, o vykdant gamyba sunaudojama daug gamtinių išteklių ir energijos.

Priklausomai nuo senos technologijos taikymo ir regeneruojamų medžiagų, ieškoma priemonių ir pasiūlymų atnaujinti regeneracijos procesą. Remiantis atliktais tyrimais ir patirtimi, pasiūlyta naudoti pažangią

elektroterminės adsorbcijos / desorbcijos įrangą, kuri skirta, lakiųjų organinių junginių valymui pramonės įmonėse. Šiame regeneracijos procese pasirinkta adsorbcinė medžiaga – aktyvintas anglies audinys, kuris buvo įvertintas kaip geriausia adsorbcinė medžiaga. Vertinimo metu buvo analizuojamos aktyvintos anglies audinys, viskozės, akrilo ir celiuliozės audinių poringumas, adsorbcinės savybės, esant skirtingoms LOJ koncentracijoms. Be minėtų savybių aktyvintas anglies audinys yra geras elektros srovės laidininkas, tačiau jautrus auštai temperatūrai. Esant aukštai temperatūrai sumažėja adsorbcijos efektyvumas, o esant per aukštai temperatūrai kinta porų dydis bei gali sudegti. Todėl temperatūrų reguliavimas yra svarbus procesas regeneracijoje (Nadzeikienė 2012).

Gamybos procesuose susidaro skirtingos lakiųjų organinių junginių koncentracijos t. y. svarbus rodiklis tinkamam regeneracijos procesui parinkti. Elektroterminės regeneracijos procesas gali būti taikomas pramonės įmonėse, kur nustatyta teršalų koncentracijos ribos (40 – 900 ppm), o dujų srautas (6,3 – 9,9 m/s). Regeneracijos procesas pradedamas adsorbcijos stadija, įrenginyje įmontuotos šešios, 1 metro ilgio aktyvintos anglies audinių kasetės su viduje įmontuotais plieninės plokštelės gnybtai, kurie reikalingi temperatūros reguliavimui. Dujų srautas, siurblio pagalba, tiekiamas į adsorbuojančias kasetes. Regeneracijos proceso pradžioje bei pabaigoje, kompiuterio pagalba, stebimi koncentracijų skirtumai dujų sraute. Po adsorbcijos proceso vykdomas desorbcijos procesas. Kad vyktu efektyvi regeneracija būtina pašildyti aktyvinto anglies audinio kasetę, didinant elektros stiprį, t. y. didėjant temperatūrai, kiekvienoje adsorbcijos kasetėje, per įmontuotą plieninę plokštelę (žr. 1 priedą). Temperatūros intervalas parenkamas pagal dujų koncentraciją (iki 150 °C). Pilnas regeneracijos procesas gali būti vykdomas iki vienos valandos (Cloirec 2012).

Šio siūlomo regeneracijos proceso privalumas siejamas su galimybe efektyviai atlikti regeneracijos procesą esant skirtingoms LOJ koncentracijoms (40 – 900 ppm), kuriose naudojama automatizuota įranga, kuri leidžia stebėti procesus bei lengvai ir greitai keisti procesų parametrus (dujų srauto greitį, temperatūrą). Regeneracijos trukmė priklauso nuo tiekiamų dujų koncentracijos ir dujų tiekimo greičio, o į aplinką išleidžiama tarša sumažinama iki 4 g/h (Cloirec 2012; Son 2016).

Šis pasiūlymas sumažintų lakiųjų organinių junginių išmetimą į aplinkos orą (iki 96 proc.), pagerintų gamybos procesus, sumažintų acetono sąnaudas produktų gamybai, sumažėtų sunaudojamą energijos kiekį.

Absorbcijos proceso pritaikymas regeneracijos procesui

Absorbcinis procesas apibūdinamas kaip dujų išlakų valymo procesas, kuriame dujas ar garus (absortyvą) sugeria skystis (absorbentas). Tai selektyvus ir grįžtamas procesas, taikomas, kai dujų mišinius reikia išskirti į atskirus komponentus. Po absorbcijos vykdoma desorbcija, kurios metu, šildomas absorbentas išskiria į aplinką absorbuotą komponentą, sumažintame slėgyje (Nadzeikienė 2012; Baltrėnas 2008).

Absorbcija vykdoma absorberiuose. Priklausomai nuo dujų kontaktavimo su absorbento paviršiumi, adsorberiai skirstomi į keletą rūšių: purkštukinius, paviršinius – plėvinius ir kt.

Dujų valymo metu, naudojamos įkrovos, kurios padidina valomų medžiagų kontaktą su absorbentu. Įkrovos parenkamos pagal savitąjį paviršiaus plotą ir gaminamos iš metalo, plastikų ar keramikos.

Valomos dujos (absortyvąs) ir vanduo (absorbentas) sąveikauja priešpriešiniuose srautuose. Vanduo yra purškiamas smulkiais lašeliais absorberio kolonos viršuje ir kontaktuoja su valomomis dujomis, kurios tiekiamos iš apačios. Absorberio viduje, esanti įkrova, sulauko tekantį skystį, kuris ilgiau kontaktuoja su

valomomis dujomis ir padidina absorbuojamų dujų koncentraciją vandenyje. Prisotintas absorbentas, renkamas absorberio apačioje ir siurbliu tiekiamas pro šilumokaitį į desorberį. Desorberis šildomas vandens garais, išskiria absorbtuvo garus, kurie kondensuojasi. Regeneruotas tirpiklis naudojamas pakartotinai gamybos procesuose (Nadzeikienė 2012; Baltrėnas 2008).

Šis regeneracijos procesas efektyvus ir tinkamas regeneracijai. Tai leidžia sutaupyti energijos, atgauti didesnę kiekį žaliavos ir yra ekonomiškai naudingas.

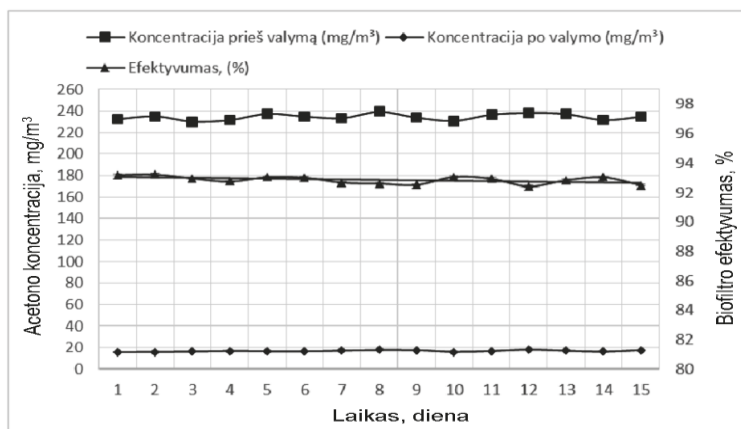
Biofiltrų naudojimas oro valymui

Lakieji organiniai junginiai (acetonas), turi tiesioginę įtaką klimato kaitai, ozono mažėjimui, šiltnamio efekto susidarymui, žmonių sveikatai. Griežtėjantys aplinkosaugos teisės aktai, skatina aplinką teršiančias pramonės šakas, imtis veiksmingų oro taršos mažinimo priemonių.

Cheminio pluošto gamybos metu į aplinkos orą išsiskiria lakus organinis junginys (acetonas) ir yra ieškoma priemonių, kaip kontroliuoti bei sumažinti jo koncentraciją ore. Vienas iš populiariausių LOJ valymo metodų yra biologinis oro valymas, naudojantis biofiltrais, bioskruberiais ir kt.

Svarbiausia šių biofiltrų dalis – biofilto terpė. Įprastai biofilto terpę sudaro kompostas, durpės, samanės, mediena ir kt. Pramoniniuose biofiltruose pradėtos eksploatuoti polipropileno plokštelių įkrovos, kurios išdėstytos sluokniais, kad ilgiau išlaikant valomą orą biofiltre. Polipropileno plokštelės yra austinės medžiagos, kurios pasižymi puikiomis sugėrimo savybėmis ir yra ekonomiškos, atsparios šilumai. Galima naudoti iki 150 °C temperatūroje (žr. 2 priedą) (Dingemansa *et al.* 2008).

Biologinio oro valymo įrenginio efektyvumas priklauso nuo leidžiamo teršalo koncentracijos. Didžiausias teršalų koncentracijos mažėjimas ore vyksta pirmame polipropileno plokštelių sluoksnyje (susiskaidoma iki 15 %). Padidinus į biofiltrą tiekiamą acetono garų koncentraciją nuo 230 iki 700 mg/m³, valymo efektyvumas sumažėjo nuo 92,8 iki 82,3 %.



7 paveikslas. Biofiltrų valymo efektyvumas

Šaltinis: (Bacevičius 2015)

Geriausias biofilto veikimo režimas yra esant mažesnei acetono koncentracijai ore. Tyrimo metu buvo įvertintas ir be mikroorganizmų polipropileno plokštelių efektyvumas, kuris siekė 30 %.

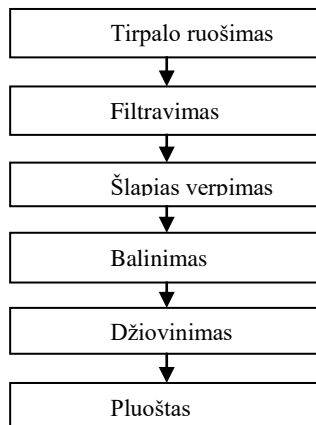
Biofiltrų valymo efektyvumas, cheminio pluošto gamyboje, gali sumažinti į aplinkos orą išmetamo acetono koncentraciją. Neįvertinus biofilto įdiegimo kaštų, tai ekonomiškai naudinga (Bacevičius 2015; Przybylska 2006).

2 CHEMINIO PLUOŠTO GAMINIŲ PRAMONĖS SEKTORIAUS ANALIZĖ

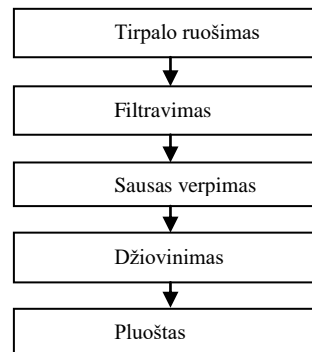
Šiame skyriuje pateikiama išsami cheminio pluošto gamybos ir pagrindinių procesų analizė. Aptariama cheminio pluošto ūkio sektoriaus analizė: ekonominiais, socialiniais ir aplinkosauginiais aspektais.

2.1 Cheminio pluošto gamyba, pagrindiniai procesai

Cheminio pluošto gamyboje egzistuoja kelių rūšių verpimo būdai: siūlų formavimas iš polimero tirpalų „šlapiuoju“ būdu (žr. 8 paveikslą), siūlų formavimas iš polimero tirpalų „sausuoju“ būdu (žr. 9 paveikslą).



8 paveikslas. Siūlų formavimas iš tirpalo „šlapiuoju“ būdu (viskozės pluoštas)



9 paveikslas. Siūlų formavimas iš tirpalo „sausuoju“ būdu (acetatinis pluoštas)

Išvardintais verpimo atvejais formuojamos gijos. „Šlapiuoju“ būdų gaunami viskoziniai, polivinilalkoholiniai, polivinilchloridiniai ir kt. siūlai. Principinė schema pateikiama 8 paveiksle. Viskozinių siūlų gamybai naudojama medienos celiuliozė, kuri mirkoma kaustinės sodos tirpale ir tiekama į tirpinimo procesą. Tirpinimo procese paruošta celiuliozė tirpsta vandens ir anglies bisulfido tirpale. Gaunamas klampus, geltonos spalvos viskozės tirpalas. Neištirpusių dalelių sulaikymui atliekamas filtravimo procesas. Išfiltruotas ir paruoštas verpimo tirpalas iš rezervuaro tiekiamas į šlapijo verpimo mašinas, kuriose iš filjerės ištekėjusi plona siūlo srovelė teka į vonelę su nusodinimo skysčiu (dažniausiai naudojama sieros rūgštis ar cinko sulfatas). Iš verpimo mašinos ištekėjęs pluoštas balinamas bei džiovinamas. Gautas viskozės produktas supakuojamas ir tiekiamas vartotojams (Vitkauskas 2007).

„Sausuoju“ būdu gaminami acetatiniai, poliamidiniai siūlai. Principinė siūlų gamybos schema pateikiama 9 paveiksle. Acetatinų siūlų gamyboje, kaip ir viskozinių siūlų gamyboje, naudojama pagrindinė žaliava – paruošta celiuliozė. „Sausuoju“ būdu gaminamiems siūlams, celiuliozė papildomai apdorojama vykdant esterinimo reakcijas su acto rūgšties anhidridais. Verpimo tirpalo paruošimo metu, gauta acetilceliuliozė, tirpinama acetone. Paruoštas tirpalas filtruojamas ir saugomas rezervuaruose. „Sausajame“ verpime, verpimo tirpalas, pro filjerę patenka į verpimo šachtą, kurioje karšto oro srovė iš siūlo srovelės išgarina lakųjį tirpiklį, o gautas siūlas (gija) یرهbinamas riebiu ir sukamas ant ričių. Suverpta produkcija paduodama į sandėlį, džiovinama, pakuojama ir tiekama vartotojams (Vitkauskas 2007).

Nors abiejuose pluošto gamybos procesuose, pradinė žaliava naudojama apdorota celiuliozė, tačiau

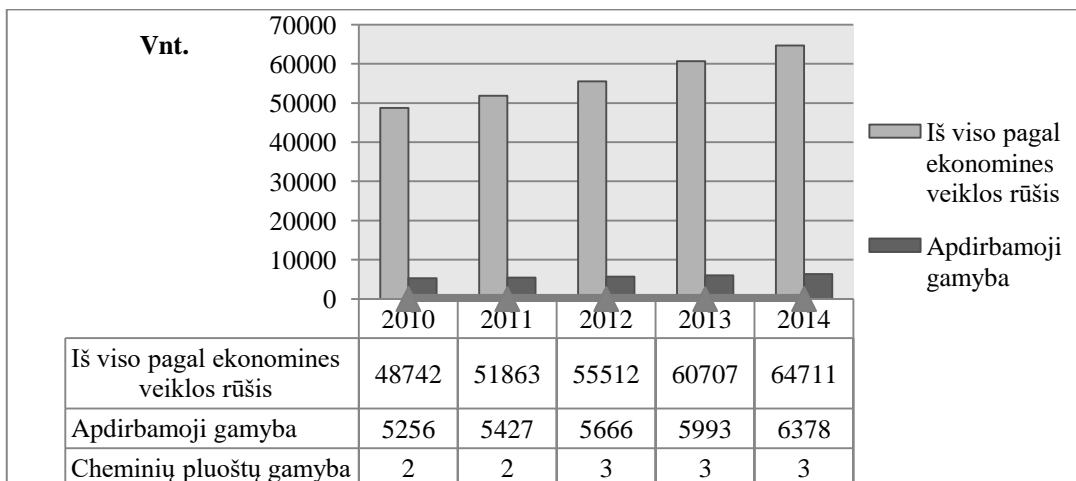
kiekvienam gamybos būdai („šlapiam“ ir „sausajam“) būdinga specifinė technologija, apdorojimo būdas, gaunamo produkto savybės. Gauta produkcija, tiek „šlapiuoju“, tiek sausuoju“ būdų, priskiriama cheminiam pluoštui (Shen 2010).

2.2 Cheminio pluošto gamybos ūkio sektoriaus analizė ekonominiu aspektu

Cheminio pluošto gaminių gamyba yra priskiriama apdirbamosios pramonės sektoriui. Svarbu pažymėti, kad „apdirbamoji pramonė yra svarbus pramonės sektorius, sudarantis vieną didžiausių šalyje BVP dalį, gerinantis gyventojų užimtumą, aprūpinantis gyventojus prekėmis, o užsienio rinką pagamintais eksportuojamais produktais“. Apdirbamojoje pramonėje, kaip ir kituose pramonės sektoriuose, vyksta kitimai, kuriuos sąlygoja politiniai, ekonominiai ir socialiniai valstybės pokyčiai. Lietuvos statistikos departamento 2014 metų duomenimis, bendrosios pridėtinės vertės struktūroje, apdirbamoji pramonė sudarė daugiau kaip 21 proc. Ši pramonė turėjo didžiausią dalį visos pridėtinės vertės ir buvo pirmaujanti Lietuvos pramonės sektoriuje. Gyventojų užimtumas šiame sektoriuje 2014 metais sudarė 21,50 proc., vidutiniškai kiekvienais metais dirbančių skaičius padidėjo 0,01 proc. (Lietuvos Statistikos departamentas 2014).

Cheminio pluošto gaminių pramonės sektoriaus įmonių skaičius

Vertinant bendrą įmonių augimo tendenciją Lietuvoje 2010 – 2014 metų periode, ūkio subjektų kiekis nuolat didėjo. 2014 metais užregistruota 24,6 proc. daugiau ūkio subjektų nei 2010 metais. Šis prieaugis siejamas su augančios ekonomikos rodikliu bei naujų darbo vietų atsiradimu. Lietuvos statistikos departamento duomenimis, Lietuvoje apdirbamosios gamybos sektoriuje 2014 m. veikė 6378 ūkio subjektai, iš kurių 108 priskiriami Chemikalų ir cheminių produktų gamybos įmonėms. Cheminių pluoštų gamyba Lietuvoje sėkmingai vykdoma 3 -ose ūkio subjektuose, kurie sudaro 2,7 proc. visų chemijos pramonėje veikiančių įmonių (žr. 10 paveikslą). Didžiausi cheminio pluošto gamintojai Lietuvoje yra UAB „Dirbtinis pluoštas“, UAB „Daturė“, UAB „Klameta“.



10 paveikslas. Ūkio subjektų skaičius Lietuvoje

Šaltinis: Lietuvos statistikos departamentas

Cheminio pluošto gaminių pramonės pelnas

Įmonėse pagrindinis rodiklis, parodantis finansinę padėtį ir įmonės veiklos rezultatą, yra grynasis pelnas. Analizuojant ūkio subjektų vykdomą veiklą, analizuojamas įmonių veiklos pelningumas arba nuostolingumas. Remiantis Lietuvos statistikos departamento duomenis, grynasis pelnas, apdirbamosios pramonės sektoriuje, keičiasi ir turėjo didelį nuostolį 2014 metais, kuris atsirado dėl ekonominės krizės. Įmonės turėjo mažinti darbuotojų skaičių, darbo sąnaudas, apimtis. Vertinant chemikalų ir cheminių produktų gamybos sektorių, šis krizinis laiko periodas nebuvo reikšmingas. 2010 – 2014 metų periode didžiausias grynojo pelno nuosmukis įvyko 2013 metais, tai sudarė 16471 tūkst. EUR (10,3 proc.) pelno, gauto 2013 metais. Tačiau, šiame sektoriuje, nebuvo nuostolingų periodų. Vertinant Lietuvos statistikos departamento pateiktus duomenis, stebimas chemikalų ir chemijos produktų gamybos bei cheminių pluoštų gamybos sektorių grynojo pelno didėjimas (žr. 4 lentelę).

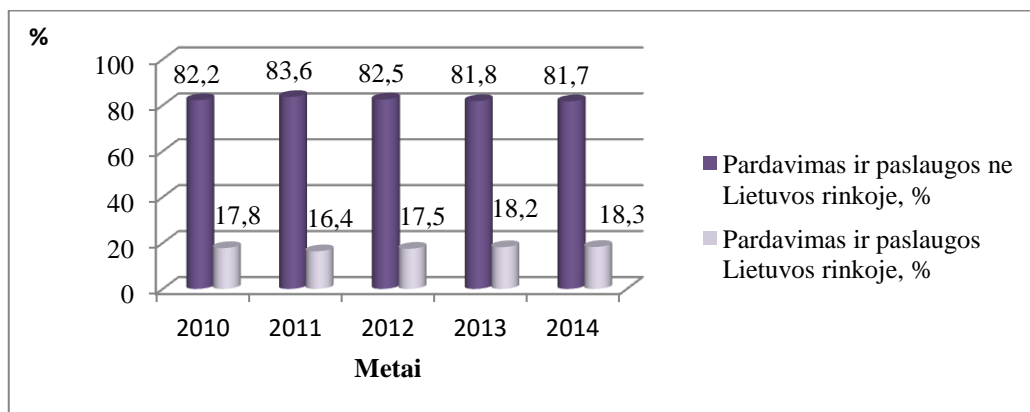
4 lentelė. Apdirbamosios gamybos grynojo pelno/nuostolio palyginimas 2010 – 2014 m.

	2010	2011	2012	2013	2014
Apdirbamoji gamyba, tūkst.. EUR	284035	485256	492521	350230	-106964
Chemikalų ir chemijos produktų gamyba, tūkst.. EUR	126833	159750	59330	16471	48707
Cheminių pluoštų gamyba, tūkst.. EUR	-	-	-	-739	1200

Šaltinis: Lietuvos statistikos departamentas

Cheminio pluošto gaminių eksportas

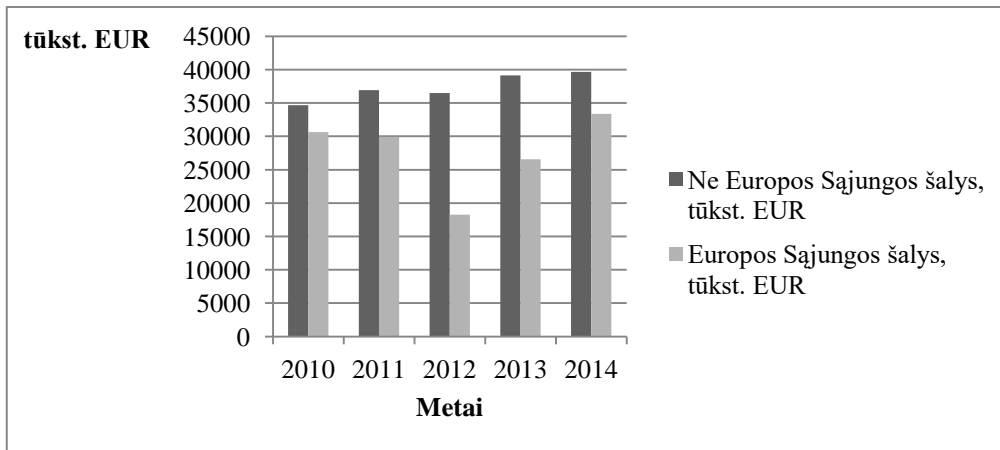
Cheminio pluošto gaminių poreikis didėja ne tik Europos Sąjungos šalyse, bet ir už jos ribų. Pagrindinis rodiklis, rodantis šių produktų paklausą, didėjantis eksportas bei atsigaunanti ekonomika. Remiantis Lietuvos statistikos departamento duomenimis 2015 metų šalies eksportas, palyginti su praėjusių metų eksportu, sumažėjo 5,7 proc. Šie pasikeitimai, siejami su ekonominių sankcijų vykdymu, dėl Rytų šalyse esančių ekonominių ir finansinių sunkumų. Siekiant sumažinti įvykusius pakeitimus, pradėtas naujos rinkos ieškojimas kitose šalyse (Lietuvos bankas 2015). Remiantis Lietuvos statistikos departamento duomenimis nuo 2010 metų iki 2014 metų periode produkcijos pardavimo pokyčiai Lietuvos ir ne Lietuvos rinkoje buvo neženklūs. 2014 metais pardavimai ne Lietuvos rinkoje sumažėjo 0,5 proc. lyginant su 2010 metais, tačiau šiuo laikotarpiu padidėjo pardavimai Lietuvos rinkoje - 0,5 proc. (žr. 11 paveikslą).



11 paveikslas. Cheminio pluošto gaminių pardavimas pagal rinką

Šaltinis: Lietuvos statistiko departamentas

Cheminio pluošto bei chemikalų ir cheminių produktų gamybos eksportas vykdomas visose Europos Sąjungos šalyse ir už jos ribų, t. y. į Rusiją, Ukrainą, Turkiją, Kiniją, Pietų Korėją. 2014 metais cheminio pluošto eksportuotas į Europos Sąjungai nepriklausančias šalis išaugo 12,5 proc. lyginant su 2010 metais viso eksportuoto chemikalų ir cheminės pramonės produktų kiekio. Eksportas tarp Europos Sąjungos šalių 2010 – 2014 metų periode nestabiliai kito. Didžiausias nuosmukis buvo 2012 metais, kai eksportas tarp Europos Sąjungos šalių sumažėjo iki 40 proc. buvusio kiekio 2010 metais (žr. 12 paveikslą).



12 paveikslas. Cheminio pluošto gaminių eksportas

Šaltinis: Lietuvos statistikos departamentas

2.3 Cheminio pluošto gamybos ūkio sektoriaus analizė socialiniu aspektu

Gerėjančios darbo rinkos sąlygos bei augantis gyventojų užimtumas, siejamas su nedarbo lygio mažėjimu. Bendras Europos Sąjungos nedarbo lygis 2015 m. sumažėjo iki 9,6 proc., tai nulėmė ekonomikos augimas ir įgyvendintos darbo rinkos reformos. Veiksniai skatinantys bendrosios pridėtinės vertės (BVP) augimą yra vidaus paklausos didėjimas, vartojimas. Atsižvelgiant į tai, 2015 m. (BVP) Europos Sąjungoje padidėjo 1,8 proc. Numatomas tolesnis ekonominis augimas, kuris 2016 m. turėtų siekti 2,1 proc.

Lietuvoje, darbo sąlygos, skirtingose pramonės šakose ir ūkio subjektuose, yra nevienodos. Lietuvos statistikos departamento duomenimis 2015 metų darbuotojų skaičius rinkoje sumažėjo puse procento. Pagrindinė priežastis, sąlygojanti darbuotojų skaičiaus pokyčius yra mažėjantis darbingas amžius ir darbo rinkoje dalyvaujančių žmonių skaičius. Viso šio rezultato priežastimi laikoma didėjanti emigracija, nelaimingi atsitikimai, mirtingumas (Europos komisija 2015).

Cheminio pluošto gamybos sektoriaus socialinis vystymasis

Teigiamus pokyčius ekonomikoje sąlygoja darbo rinkos rodikliai. 2014 metais Lietuvoje bedarbių skaičius ir nedarbo lygis mažėjo, o užimtumas ir darbo jėga didėjo, lyginant su 2013 metais. Vidutinis bedarbių skaičius 2014 m. sudarė 158 tūkst. ir buvo 14,5 tūkst. (8,4 proc.) mažesnis nei 2013 m., o vidutinis nedarbo lygis sudarė 10,7 proc. ir buvo 1,1 procento žemesnis, palyginti su 2013 metais.

Lietuvoje, chemikalų ir cheminių produktų gamybos sektoriuje, 2014 metais dirbo 2,8 proc. visų dirbančių, apdirbamojoje pramonėje, žmonių. Vidutinis darbo mėnesinis bruto užmokestis, chemikalų ir cheminių produktų kartu su cheminio pluošto gamybos įmonėmis, sudarė 1052,36 EUR/mėn. t. y. 470

EUR/mėn. daugiau nei apdirbamosios pramonės sektoriaus vidutinis bruto mėnesinis atlyginimas 2014 metais (žr. 5 lentelę). Lietuvos statistikos departamento pateiktais tyrimo duomenimis yra stebimas vidutinis darbo užmokesčio didėjimas. Šiuos pokyčius sąlygojo didėjanti darbo jėga, darbo našumas, prekyba, vartojimas. Vidutinis mėnesinis bruto darbo užmokestis 2014 metais padidėjo 20 proc. lyginant su 2010 metais darbuotojų atlyginimais chemikalų ir chemijos pramonės produktų, įskaitant ir cheminio pluošto gamyboje.

5 lentelė. Darbuotojų skaičius ir atlyginimas pramonės sektoriuje

	2010	2011	2012	2013	2014
Darbuotojų skaičius iš viso (apdirbamoji gamyba), vnt.	144153	153383	161029	164956	173672
Darbuotojų skaičius iš viso (chemikalų ir chemijos produktų gamyba įskaitant cheminio pluošto gamybą), vnt.	4441	4743	4785	4817	4906
Vidutinis mėnesinis bruto darbo užmokestis (apdirbamosios pramonės), EUR	820,2	856,7	902,5	645,3	679,2
Vidutinis mėnesinis bruto darbo užmokestis (chemikalų ir chemijos produktų gamyba įskaitant cheminio pluošto gamybą), EUR	918,7	1042,6	1062	1086,4	1152,1
Bendroji pridėtinė vertė (BPV) (apdirbamoji pramonė), mln. EUR	4732,33	5736,09	6233,67	6154,71	6342,83

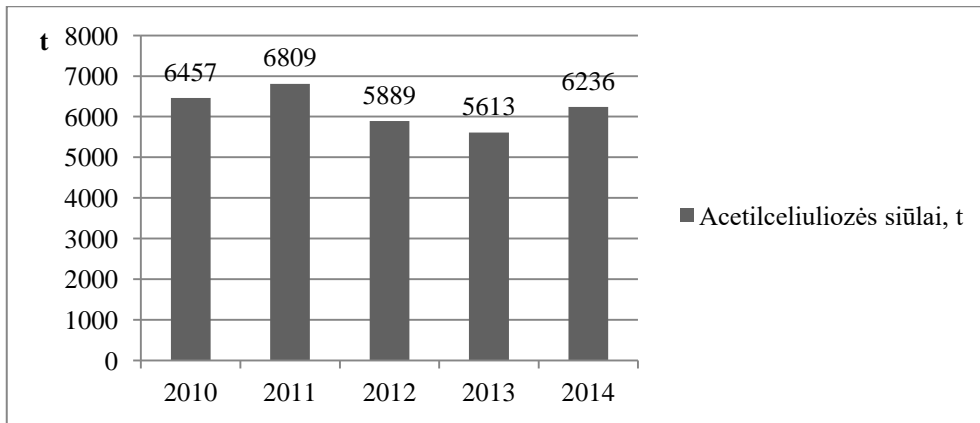
Šaltinis: Lietuvos statistikos departamentas

Lietuvos statistikos departamento duomenimis 2014 metais bendroji pridėtinė vertė (BPV) yra priklausoma nuo darbuotojų skaičiaus. Didžiausia bendroji pridėtinė vertė (BPV), apdirbamosios pramonės sektoriuje buvo 2014 metais, tai 25 proc. daugiau nei 2010 metas (Lietuvos statistikos departamentas).

2.4 Cheminio pluošto gamybos ūkio sektoriaus analizė aplinkosauginiu aspektu

Cheminio pluošto gamyba priskiriama apdirbamosios pramonės sektoriui. Kaip daugumai pramonės įmonių, taip ir cheminio pluošto gamybos įmonėms, keliami aplinkosauginiai reikalavimai, kurie taikomi ne tik gaminiam, bet ir visiems gamybos procesams. Aplinkosauginių reikalavimų vykdymui pramonės įmonės suinteresuotos spęsti gamybos problemas, t. y. tobulinti bei keisti technologinius procesus ar įrenginius, kurie leistų sumažinti žaliavų, energijos sąnaudas, optimizuoti gamybos procesus, mažintų gamtinių išteklių naudojimą.

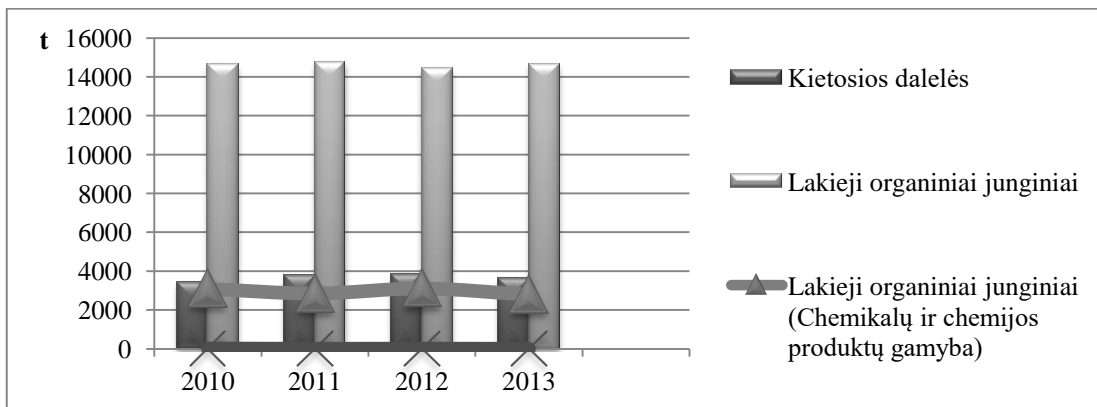
Pagrindinės žaliavos, kurios naudojamos cheminio pluošto gamyboje yra acetilceliuliozė ir acetonas. Šios žaliavos importuojamos iš užsienio šalių. Pagamintos produkcijos kiekis ir kokybė priklauso nuo gaunamos žaliavos kokybės bei užsakymų kiekio. Lietuvos statistikos departamento duomenimis buvo įvertintas pagamintas acetilceliuliozės pluoštų kiekis (žr. 13 paveikslą). Analizuotame 2010 – 2014 metų periode pastebėtas gaminamos produkcijos pokytis. Gaminamos produkcijos sumažėjimas buvo 2013 metais ir tai sudarė 17,5 proc. lyginant su didžiausia produkcijos gamybos apimtimi, kuri buvo 2011 metais. Pagrindinės priežastys nulėmusios mažesnę produkcijos gamybą 2013 metais yra žaliavų kainų kitimas, užsakymų sumažėjimas, energijos kainų kilimas ir kiti ekonominiai sunkumai.



13 paveikslas. Acetatinų siūlų gamyba, 2010 – 2014 m.

Šaltinis: Lietuvos statistikos departamentas

Vienas reikšmingiausių aplinkos apsaugos aspektų, susijusių su cheminio pluošto gamyba yra išlakos į aplinkos orą. Pagrindiniai teršalai susidarantys gamybos procesuose: lakiosios organinės medžiagos (LOJ), kietosios dalelės (dulkės). Teršalų išmetimas į atmosferą iš stacionarių taršos šaltinių priklauso nuo ūkio subjektų gamybos apimtys, gaminių paklausa, ekonomikos augimo. Didėjant gaminamos produkcijos kiekiui, proporcingai didėja sunaudojamų žaliavų kiekis ir išlakos į aplinkos orą. Chemikalų ir chemijos produktų gamyboje įskaitant cheminio pluošto gamybą, lakiųjų organinių junginių išlakos sudaro apie 20 proc. nuo bendro į aplinkos orą išmetamų teršalų kiekio, o kietųjų dalelių išmetimas sudaro 0,2 proc. (žr. 14 paveikslą). Lietuvos statistikos departamento pateikti statistiniai duomenimis, kuriuose aplinkos teršalų (LOJ ir kietųjų dalelių) išmetimai į atmosferą iš stacionarių taršos šaltinių priklauso nuo pagamintos produkcijos kiekio (žr. 13 paveikslą).



14 paveikslas. Oro taršos palyginimas

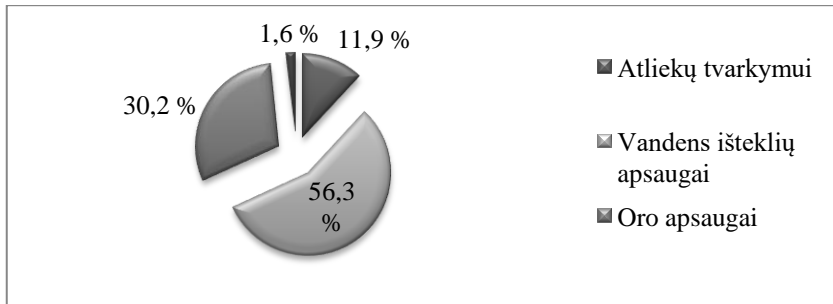
Šaltinis: Lietuvos statistikos departamentas

Įmonės, vykdančios ūkinę veiklą, prisideda prie gamtinių išteklių naudojimo ir didėjančio poveikio palinkai. Dėl šių priežasčių, ūkio subjektai, skatinami investuoti į aplinkos apsaugą t. y. diegti ekologines inovacijas. Ekologinės inovacijos, tai veikla, dėl kurios pastebimai gerinama aplinkos apsauga, įskaitant naujus gamybos procesus, naujus produktus ar paslaugas ir naujus valdymo ar verslo metodus, kuriuos naudojant ir diegiant galima išvengti pavojaus aplinkai, taršos ir kito neigiamo poveikio, atsirandančio dėl išteklių naudojimo (Europos Sąjunga 2014). Lietuvos statistikos departamento pateiktais duomenimis ūkio subjektai

suinteresuoti daugiau investuoti į aplinkos apsaugą. Investicijos skirstomos aplinkos apsaugos priemonėms įsigyti: naujai technikai, valymo įrenginiams ir kt.

Lietuvos pramonės įmonių išlaidos aplinkos apsaugai 2014 m. sudarė 261,8 mln. EUR, lyginant su 2013 m., padidėjo 46 proc. (Lietuvos statistikos departamentas).

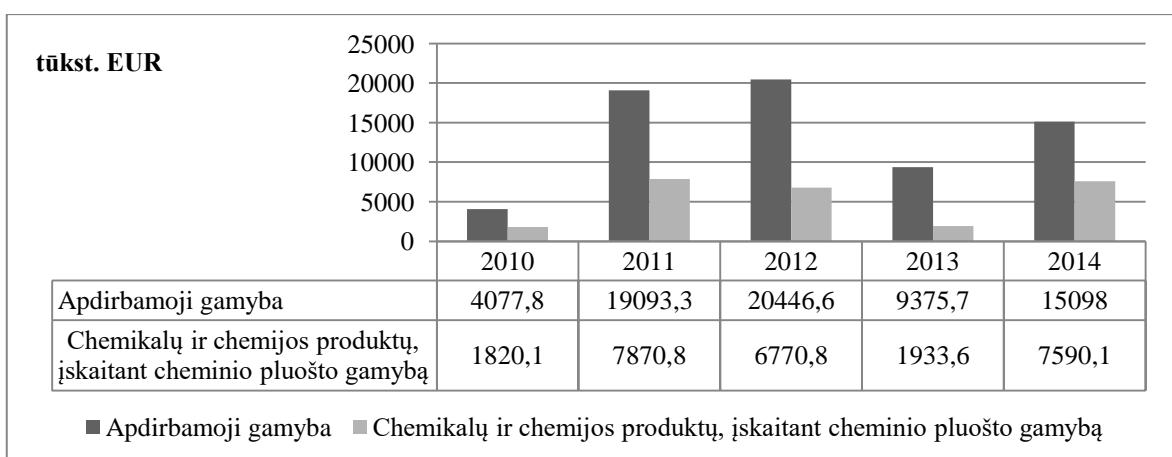
Vertinant bendras Lietuvos pramonės įmonių investicijas aplinkos apsaugai 2014 metais, didžiausia dalis skirta vandens išteklių saugojimui, tai sudarė 147,4 mln. EUR, arba 56,3 proc. Oro apsaugai skirta 79 mln. EUR, arba 30,2 proc. visų investicijų aplinkos apsaugai, atliekų tvarkymui – 31,2 mln. EUR, arba 11,9 proc., kitai aplinkos apsaugos veiklai – 4,2 mln. EUR, arba 1,6 proc. (žr. 15 paveikslą).



15 paveikslas. Pramonės įmonių išlaidos aplinkai 2014 m.

Šaltinis: Lietuvos statistikos departamentas

Apdirbamosios pramonės sektoriuje daugiausia investicijų skirta 2011- 2012 metais, tai sudarė daugiau kaip 20 mln. EUR per metus. Vertinant chemikalų ir chemijos pramonės, įskaitant cheminio pluošto gamybą, investicijas į aplinkos apsaugos priemones 2011 – 2012 metais sudarė 37 proc. visų apdirbamosios pramonės sektoriui skirtų investicijų. Pablogėjus materialiniai padėčiai ūkio subjektuose 2013 metais investicijos sumažėjo iki 45 proc., lyginant su 2012 metų investicijomis. Tai sąlygoja atsiradę politiniai nesutarimai ir kylantys ekonominiai sunkumai.

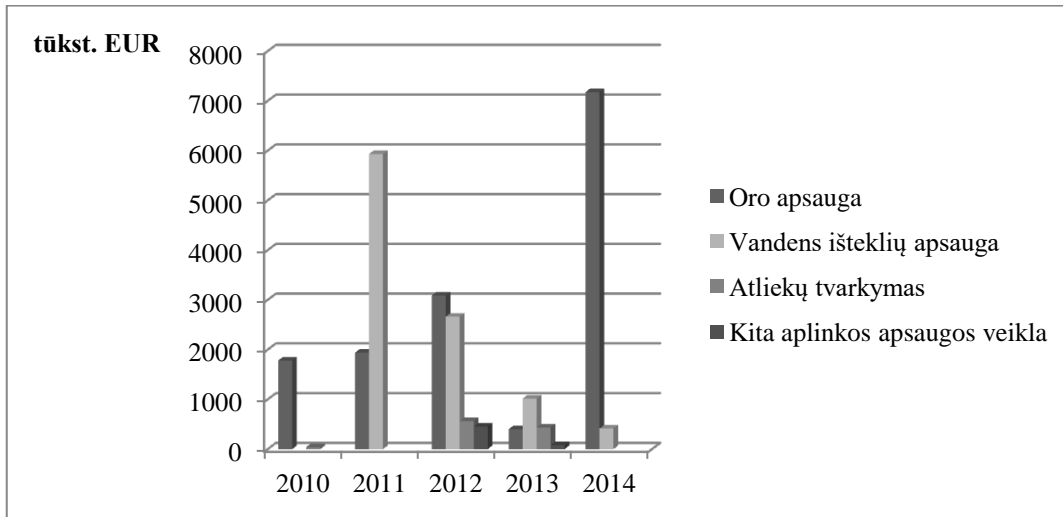


16 paveikslas. Investicijos į aplinkos apsaugą 2010 – 2014 m.

Šaltinis: Lietuvos statistikos departamentas

Chemikalų, cheminių produktų įskaitant cheminio pluošto gamybą, ūkio subjektų investicijos į aplinkos apsaugą priklauso nuo vykdomos veiklos. Pagrindinės investicijos skirtos oro, vandens išteklių ir atliekų

tvarkymui bei kitoms aplinkos apsaugos priemonėms. Statistikos departamento pateiktais duomenimis 2010 – 2014 metais, investicijos į aplinkos apsaugos priemones skirtingos. Daugiausia investicijų, šiuo analizuojamu periodu, skiriama oro ir vandens išteklių apsaugai. Oro apsaugai, chemikalų, cheminių produktų įskaitant cheminio pluošto gamybą, ūkio subjektai daugiausiai investicijų skyrė 2014 metais, tai sudarė 94 proc. visų skirtų lėšų aplinkos apsaugai (žr. 17 paveikslą). Aplinkos oro kokybės gerinimui skiriamos papildomos lėšos iš Europos Sąjungos paramos bei kitų struktūrinių fondų (Lietuvos Respublikos įsakymas 2016).



17 paveikslas. Ūkio subjektų skaičius Lietuvoje

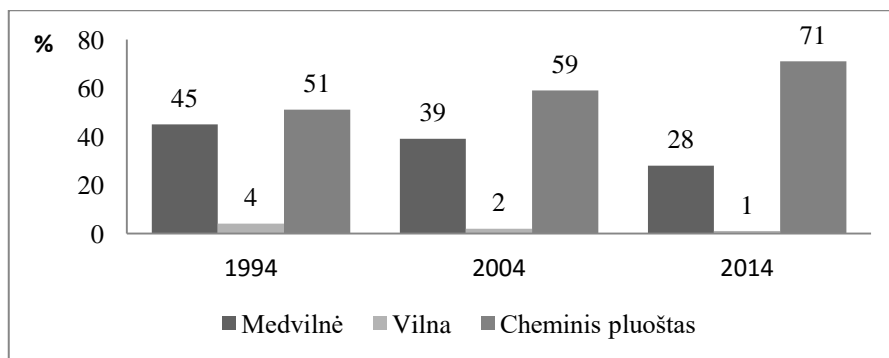
Šaltinis: Lietuvos statistikos departamentas

2.5 Cheminio pluošto gamybos situacija Europoje ir pasaulyje

Europos Sąjungoje, cheminio pluošto gamyba, apibūdinama kaip dinamiška ir auganti ūkio šaka. Cheminio pluošto gamyba vykdoma 10 pasaulio šalių: Europoje, Brazilijoje, Kinijoje; Nepriklausomų valstybių sąjungoje (NVS), Indijoje, Japonijoje, Pietų Korėjoje, Pakistane, Taivane, JAV. Siekiant plėtoti cheminio pluošto gaminių rinką bei stiprinti tarptautinį bendradarbiavimą tarp skirtingų šalių, buvo įsteigta Europos cheminių pluoštų asociacija. Asociacijos tikslas stebėti ekonominius pokyčius, rinkti ir teikti informaciją bei rekomendacijas asociacijos nariams, padėti palaikyti tarptautinius ryšius, spręsti iškilusias problemas dėl produktų kokybės, ekologinių klausimų.

Remiantis Europos cheminių pluoštų asociacijos statistiniais duomenimis, cheminiai pluoštai sudaro 70% visų pluoštų, pagamintų pasaulyje, ir 83 % Europoje, įskaitant ir Turkiją.

Pasaulinėje cheminio pluošto gamybos rinkoje, 1994 – 2014 metų periode, stebimi pluošto gamybos pasikeitimai. Pagrindinė priežastis, lėmusi cheminio pluošto gamybos augimą – gamtinių išteklių mažėjimas ir didėjantis poveikis aplinkai, taip pat pasikeitę vartotojų poreikiai, gaminamų pluoštų savybės bei kokybė. 2014 metų duomenimis, pasaulyje pagaminta daugiau kaip 71 proc. cheminio pluošto, tai 20 procentų daugiau nei 1994 metais. Dėl išaugusio cheminio pluošto paklausos sumažėjo medvilnės gamyba (17 proc.) bei vilnos gamyba (3 proc.) lyginant su 1994 metų duomenimis (žr. 18 paveikslą) (Europos cheminio pluošto asociacija 2016).



18 paveikslas. Pasaulinis pluošto gamybos palyginimas

Šaltinis: (Europos cheminio pluošto asociacija 2016)

Cheminių pluoštų naudojimas pasaulyje skiriasi dėl vartotojų poreikių skirtumo, gamybos apimčių ir kainų. Pagal pagaminamą cheminio pluošto kiekį, šio ūkio sektoriaus lyderė laikoma – Kinija, kurioje pagaminama daugiau kaip 65% pasaulyje gaminamo cheminio pluošto, Indijoje – 5% , JAV - 5% , Taivane - 4%, Pietų Korėja - 3%. Likusios šalys sudaro - 18%.

Nepriklausomai nuo vykstančių politinių pasikeitimų, ekonomikos kitimų, vykdomų sankcijų Nepriklausomų valstybių sąjungoje 2014 m. chemijos pluošto gamyba didėjo: sintetinių pluoštų gamyba viršijo 50 mln.t./m., o acetatinio pluošto gamyba viršijo 5 mln.t./m. ir buvo pasiekta didžiausius gamybos apimtis per 100 metų istoriją (Aizenshtein 2014; Senjeng 2013).

Cheminio pluošto ūkio sektoriaus analizė

Cheminio pluošto gamybos sektorius Europoje ir pasaulyje yra svarbus ekonominių požiūriu bei turintis įtakos kitų pramonės sektorių veiklai. Vis dėlto, augantis vartotojų poreikis, didėjanti konkurencija, griežtėjantys aplinkosauginiai reikalavimai, daro įtaką ūkio sektoriams, kurie yra priklausomi nuo vykstančių pokyčių. Pagal veikiančių įmonių skaičių bei pagaminamos produkcijos kiekį Europos Sąjungos šalyse, produkcijos kokybė konkuruoja pasaulinėje rinkoje, tačiau Kinijos gamybos įmonės užima didžiąją dalį (65 proc.) cheminio pluošto rinkos. Šios šalies gamybos apimtys viršija visą Europos Sąjungoje pagaminamą produktų kiekį, pasižymi didesniu produktų asortimentu, tobulesniais ir ekonomiškais gamybos procesais.

Įsteigta Europos cheminio pluošto asociacija prisideda ir skatina asociacijos narius laikytis nustatytų reikalavimų. Kiekvienas asociacijos narys įpareigojamas dalintis informaciją apie vykdomas technologines inovacijas gamybos procesuose bei teikti pasiūlymus ir priemones, kaip pagerinti technologijas ar produkto savybes. Svarbu, kad pagaminta produkcija darytų kuo mažesnę poveikį aplinkai viso produkto būvio ciklo metu, kas ateityje gali nulemti sektoriaus padėtį pasaulinėje rinkoje, o gauta produkcija konkuruotų su pasaulio lyderių produkcija.

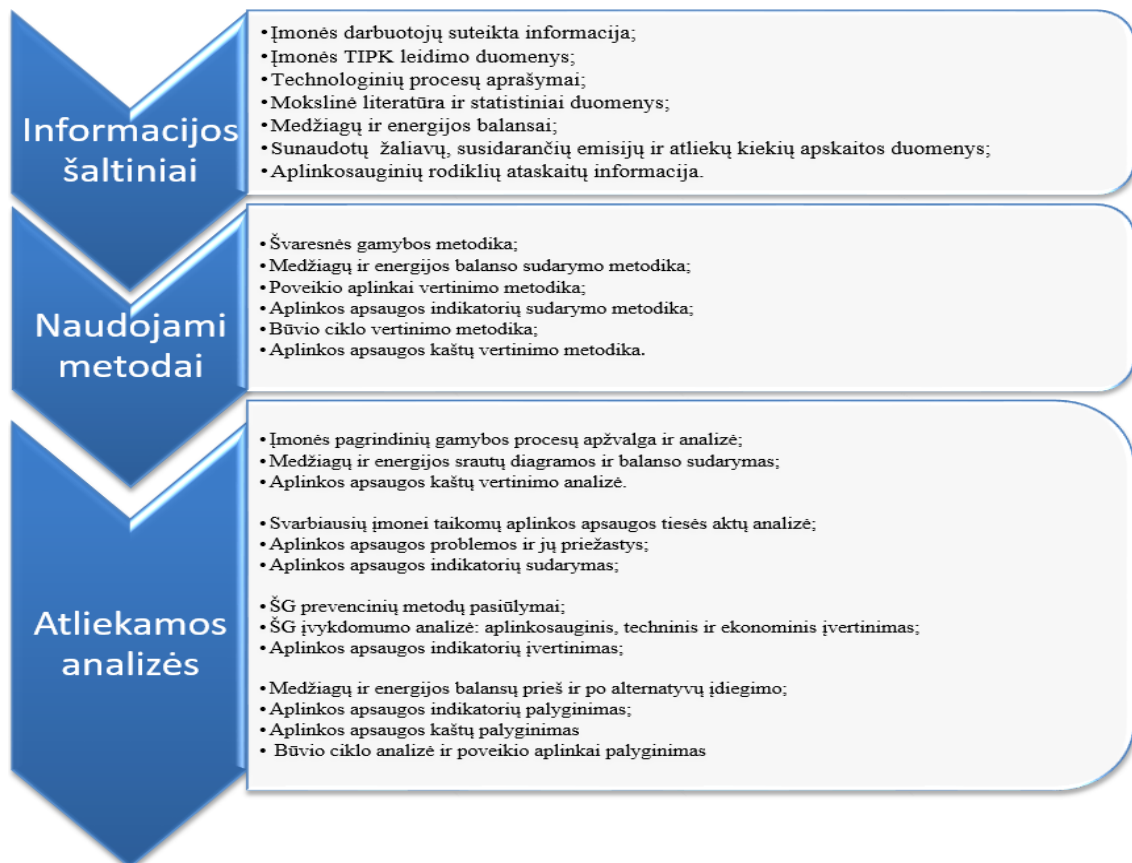
Darnios pramonės plėtros principų įgyvendinimui cheminio pluošto gamybos sektoriuje, svarbu pagerinti dirbtinių pluoštų ilgaamžiškumą ir platų panaudojimą. Tai vienas iš pagrindinių tikslų, kuriuo siekiama pagerinti sektoriaus ekologinę, ekonominę ir socialinę padėtį. Pasiekti galima analizuojant produktų ir procesų tobulinimo galimybes, kurios pailgintų produkto gyvavimo ciklą ir ateityje suteiktų pranašumą tarp kitų konkuruojančių gaminių.

3 IŠTEKLIŲ NAUDOJIMO INTENSYVUMO MAŽINIMO GALIMYBIŲ CHEMINIO PLUOŠTO GAMYBOS ĮMONĖSE ĮVERTINIMO METODIKA

Cheminio pluošto gamybos įmonės išteklių naudojimo intensyvumo mažinimo galimybių įvertinimui atlikti sudaryta metodika, kurios schema pateikta *19 paveiksle*. Metodika sudaryta atsižvelgiant į įmonės veiklą, informacinius šaltinius, gamybos procesus, medžiagų ir energijos srautus, daromą poveikį aplinkai ir žmonių sveikatai.

Pagrindiniai metodikos etapai suskirstyti į: informacijos šaltinius, naudojamus metodus ir atliekamas analizės sritis. Analizei atlikti, parengti supaprastinti etapai, apžvelgiamas ir vertinamas žaliavos poreikis, aplinkosauginės problemos, galimos prevencinės priemonės.

Atliekamos analizės sritis orientuota į cheminio pluošto gamybos įmonių pagrindinius procesus, sunaudojamas žaliavas, papildomas medžiagas, energiją ir susidarančias atliekas. Naudojantis STAN ir Sankey programinėmis priemonėmis pateikiami medžiagų ir energijos srautai bei atliekamas aplinkos apsaugos indikatorių palyginimas. Sudarant tyrimų metodika remtasi švaresnės gamybos koncepcija, poveikio aplinkai vertinimo metodika, aplinkosauginio efektyvumo vertinimu, aplinkos apsaugos indikatorių sudarymo metodika, aplinkos apsaugos kaštų vertinimo metodika, būvio ciklo vertinimu. Prevencinių priemonių parinkimui bei vertinimui naudotasi energijos, energijos išteklių ir vandens vartojimo audito atlikimo technologiniuose procesuose ir įrenginiuose metodika, energijos vartojimo audito pramonės įmonėse vadovo ir šilumos vartotojo vadovo teikiamais pasiūlymais ir vertinimu.



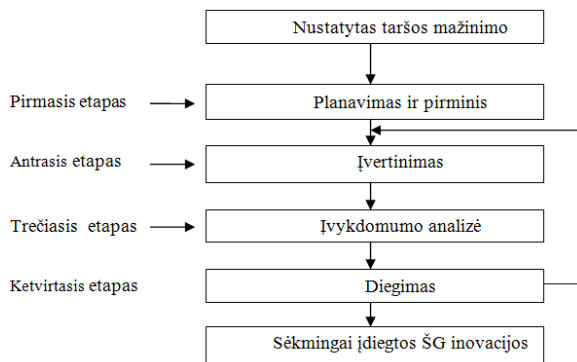
19 paveikslas. Efektyvaus išteklių naudojimo galimybių vertinimo metodika

Švaresnės gamybos (ŠG) koncepcija yra racionalus išteklių naudojimas, atliekų ir taršos mažinimas jų susidarymo vietoje. Švaresnė gamyba apima gamybos procesus, kuriuose siekiama racionalaus žaliavų ir energijos vartojimo, mažesnio atliekų ir teršalų susidarymo, atliekų perdirbimo ir panaudojimo. ŠG – tai prevencinė integruota aplinkos apsaugos vadybos strategija, kuri nuolat turi būti taikoma gamybos procesams bei gaminiams visą jų būvio ciklą, siekiant sumažinti poveikį aplinkai ir žmonių sveikatai. Švaresnės gamybos koncepcija suteikia įmonėms galimybių pagerinti aplinkos apsaugos veiksmingumą, visuomenės palankumą ir padidinti ekonominį efektyvumą.

Išskiriami keturi pagrindiniai švaresnės gamybos prevencinių priemonių diegimo galimybių įvertinimo etapai 20 paveiksle (Staniškis 2004).

1. Įmonėje suburiama atstovų komanda, kuri suinteresuota vykdyti ŠG galimybių įvertinimą siekiant sumažinti įmonės daromą poveikį aplinkai.
2. Įvertinimo metu pasirenkama viena ar keletas ŠG diegimo sričių. Detaliai išanalizuojami pagrindiniai procesai, sudaryti įmonės medžiagų ir energijos diagramas, preliminariai įvertinti taršą.
3. Įvykdumo analizės metu vertinamas pasiūlytų prevencinių priemonių techninis, aplinkosauginis ir ekonominis įvertinimas. Šis etapas svarbus įgyvendinant inovacijas, vertinant techninius pakeitimus, nustatant galimą teigiamą ar neigiamą poveikį aplinkai bei projekto atsipirkimo trukmę ir pelningumą.

Diegimo ir tęstinumo etape vykdomas numatytų priemonių diegimas, stebėjimas, vertinimas.



20 paveikslas. Švaresnės gamybos diegimo etapai

Šaltinis: (Staniškis 2004)

3.1 Pirminis įvertinimas

Šiame etape analizuojami įmonės gamybos procesai, gaminama produkcija, naudojamos pagrindinės žaliavos ir papildomos medžiagos, pateikiama gamybos procesų schema, sudaromas medžiagų ir energijos balansas. Medžiagų ir energijos balanso diagrama parodo visumą rodiklių t. y. pagrindinių medžiagų ir energijos srautų judėjimą, jų sąnaudas, nuostolius, susidariusias atliekas, nuotekas ir kt. kiekybinę išraišką. Remiantis ja, galima identifikuoti įmonės pagrindinius taršos šaltinius bei pagrindines aplinkos apsaugos problemas. Balanso sudarymui naudojami faktiniai duomenys paremti buhalterine apskaita, matavimo prietaisų rodmenimis, ataskaitomis, taršos integruotos prevencijos ir kontrolės duomenimis.

3.1.1 Medžiagų ir energijos balanso sudarymas

Medžiagų ir energijos balansas parodo procesuose sunaudotų žaliavų, papildomų medžiagų, energijos ir susidariusių atliekų, nuotėkų balansą t. y. „įėjimų“ ir „išėjimų“ reikšmes, nurodant jų sunaudotą ar susidariusį kiekį tam tikram kiekiui produkcijos pagaminti. Medžiagų balansas išreiškiamas lygybėmis:

$$\check{Z} + M = P_1 + P_2 + A$$

čia: \check{Z} – žaliavų sąnaudos, t/m.;

P_1 – pagaminto pagrindinio produkto kiekis, t/m.;

P_2 – pagaminto šalutinio produkto kiekis, t/m.;

M – kitų medžiagų sąnaudos, t/m., t. y.:

$$M = M_p + M_{ch} + M_{kt}$$

čia: M_p – papildomų medžiagų sąnaudos, t/m. (pvz., pakuotės, tepalų ir t.t.);

M_{ch} – cheminių medžiagų ir preparatų t/m. (pvz., naudojamų plauti, dezinfekuoti, tirpdymui, bet kokiam kitam cheminiam apdorojimui);

M_{kt} – kitų medžiagų, kurios sunaudojamos nepagrindiniuose gamybos procesuose ir kurios nepatenka į cheminių medžiagų ir preparatų sąrašą, sąnaudos, t/m. (pvz., transporto skyriuje: padangų, filtrų, tepalų, akumuliatorių, kitų medžiagų, kurios sunaudojamos transporto priemonių priežiūrai; metalo apdirbimo ceche: suvirinimo elektrodų, dujų, diskų, kt.; energijos gamyboje (jeigu tai nepagrindinė gamyba): kuro, tepalų ir kt.);

A – susidariusios atliekos, t/m.;

$$A = A_1 + E_{i\ orq} + E_{i\ vandenj}$$

A_1 – susidariusios atliekos iš Atliekų tvarkymo taisyklėse pateikto atliekų sąrašo, t/m.;

$E_{i\ orq}$ – teršalų išlajos į aplinkos orą, t/m.;

$E_{i\ vandenj}$ – su nuotekomis pašalinami teršalai, t/m. (Staniškis 2010).

3.2 Aplinkos apsaugos problemų nustatymas

Šiame skyriuje pateikiami pagrindiniai analizės eigos etapai, kuriais remiantis identifikuojamos pagrindinės problemos. Tikslėniam ir kiekybiniam įvertinimui numatomos skaičiavimo priemonės.

Nustatant aplinkosaugos aspektus, visų pirma, siekiama visapusiškai apžvelgti įmonės veiklą, produktų ar paslaugų svarbą aplinkos atžvilgiu ir išnagrinėti esamus aplinkosaugos aspektus, kurie gali veikti aplinką. Poveikis aplinkai t. y. koks palankus ar nepalankus aplinkos, pokytis kurį sukelia įmonės veikla, produktai ar paslaugos (Aplinkosaugos aspektų nustatymo ir jų reikšmingumo vertinimo vadovas 2010).

Pagrindinis įmonės poveikio aplinkai nustatymas vertinamas pagal: pagrindinių ir pagalbinių medžiagų sunaudojimą, eksploatacinių medžiagų sunaudojimą, energijos sunaudojimą, vandens sunaudojimą, atliekų susidarymą (pavojingų ir nepavojingų), pakuočių atliekas, emisijas į atmosferą, nuotekas. Pateikiami įmonėje nustatytų reikšmingų aspektų teisiniai reikalavimai.

Aplinkos apsaugos veiksmingumui įvertinti įmonėje, naudojami aplinkos apsaugos indikatoriai (AAI).

Aplinkos apsaugos indikatoriai apibūdinami kaip medžiagų ir energijos sąnaudos produkcijos vienetui pagaminti. Indikatoriai padeda parodyti, kaip laikui bėgant keičiasi aplinkos apsaugos būklė, t. y. įvertinti taupymo galimybes, nustatyti trūkumus, numatyti priemones tikslams pasiekti, įvertinti įgyvendinimo galimybes.

Vykdamas ŠG priemonių įgyvendinimą būtina vertinti indikatorius prieš ir po pasiūlymo įdiegimo. Aplinkos apsaugos veiksmingumo įvertinimui atlikti, sudaromi medžiagų ir energijos balansai prieš ŠG ir po ŠG pasiūlymų įdiegimo. Įvertinime naudojami absoliutiniai ir santykiniai indikatoriai. Santykiniai indikatoriai yra labiau patikimi ir tiksliau atspingi veiksmingumą, kuris gali pasikeisti po pasiūlymų įdiegimo. Dažniausiai indikatorių kitimas vertinamas per metus.

Absoliučiaisiais indikatoriais naudojamosi vertinant ir sudarant įmonės metinį energijos ir medžiagų balansą, kuriame nurodomi visų vykdomų procesų sąnaudų kiekiai bei ekonominė išraiška.

Santykiniai indikatoriai parodo medžiagų ir energijos sąnaudas bei susidarančią taršą produkcijos vienetui pagaminti, pvz.: t/t, kWh/t, m³/t.

Aplinkosauginei ir ekonominei naudai įvertinti, naudojami santykiniai indikatoriai, kurie padeda įvertinti pagrindinių ir papildomų medžiagų, energijos kiekio, taršos bei kaštų sumažėjimą. Visu procesų sąnaudų kiekiai pateikiami lentelėje su ekonominėmis išraiškomis prieš ir po švaresnės gamybos pasiūlymų įdiegimo. Įvykdžius aplinkos apsaugos veiksmingumo įvertinimą atliekamas galutinis rezultatų apibendrinimas, kuriame vertinamas pasiūlytos prevencinės priemonės tinkamumas t. y. po pasiūlymų įdiegimo įmonės veikla daro didesnę ar mažesnę poveikį aplinkai, ekonominių rodiklių padidėjimas ar sumažėjimas, naudojamų medžiagų sutaupymai ar praradimai, energijos sunaudojimo pasikeitimai (Staniškis 2010).

Santykinių indikatorių apskaičiavimas:

$$AAI = K_{(t)} / G_{(t)} \quad (1)$$

čia: AAI – įrenginio aplinkos apsaugos indikatorius;

$K_{(t)}$ – sunaudotos žaliavos, papildomos medžiagos, energijos, vandens, susidariusių nuotėkų, atliekų, taršos kiekis per fiksuotą laikotarpį, pvz., t/m., m³/m., kWh/m.;

$G_{(t)}$ – faktinis per faktinį laikotarpį pagaminamos produkcijos kiekis (pvz., t/m., m³/m., kWh/m.).

Aplinkos apsaugos indikatorius prieš aplinkos apsaugos inovacijos įdiegimą. Apskaičiuojamas pagal formulę:

$$AAI_{prieš} = Kn_{(t-1)} / G_{(t-1)} \quad (2)$$

čia: $Kn_{(t-1)}$ – prieš pasiūlymą sunaudotos žaliavos, papildomų medžiagų, energijos vandens, taršos, atliekų susidarymas per tam tikrą laiko tarpą (pvz., t/m., m³/m., kWh/m.);

$G_{(t-1)}$ – prieš pasiūlymą faktinis per tam tikrą laiko tarpą įrenginyje pagaminamos produkcijos kiekis (pvz., t/m., m³/m., kWh/m.);

$AAI_{po(planas)}$ – planuojamas aplinkos apsaugos indikatorius, įdiegus pasiūlymą, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$AAI_{po(planas)} = Kn_{(t)} / G_{(t)} \quad (3)$$

čia: $Kn_{(t)}$ – planuojamas per tam tikrą laiko tarpą sunaudoti žaliavos, medžiagų, energijos, vandens kiekis, taip pat susidarančių atliekų, teršalų kiekis (pvz., t/m., m³/m., kWh/m.);

$G_{(t)}$ – planuojamas gaminti produkcijos kiekis (pvz., t/m., m³/m., kWh/m.).

3.3 Pasiūlymų planavimas ir įvykdomumo analizė

Atlikus visus pirminius įmonės poveikio aplinkai vertinimo etapus ir identifikavus problemines sritis ir problemas, jų susidarymo priežastis, teikiami pasiūlymai ir ieškoma priemonių bei būdų kaip sumažinti taršos susidarymo priežastis ar sumažinti poveikį aplinkai. Prevencinių priemonių planavimo ir jų įvykdomumo analizės pagrindiniai etapai:

- Švaresnės gamybos pasiūlymai. Pasiūlymo įdiegimo tikslas – sumažinti žaliavų ir energijos sunaudojimą ir veiklos daromą neigiamą poveikį aplinkai, įvertinant įmonės veiklos aplinkosaugos veiksmingumą prieš ir po pasiūlymų įdiegimo;
- Techninis įvertinimas. Šio etapo metu svarbu parinkti reikalingą ir tinkamą įrangą, analizuojamos techninės galimybės, vertinamas gamintojas, gaminio kokybė, įsigijimo galimybės.
- Ekonominis įvertinimas. Šis įvertinimas atliekamas atlikus ir įvertinus aplinkosauginius ir techninius vertinimus. Pateikiami duomenys apie investicijas, kurios turi būti skirtos siekiant įgyvendinti ŠG priemonės ir jas įdiegti t. y. išlaidos įrangai, jos sumontavimui, paleidimui/priežiūrai t.t. Kiekviena pasiūlyta prevencinė priemonė yra įvertinama ir pateikiama aplinkos apsaugos ir ekonominio įvertinimo lentelėje, kurioje pateikiami sutaupymai ar išlaidos.

Priklausomai nuo siūlomų prevencinių priemonių investicijų į projektą (inovaciją) vertinama atsipirkimo trukmė (AT), kuri nustatoma pagal: investicijas, metinius sutaupymus, išlaidas. Priklausomai nuo apskaičiuotos atsipirkimo trukmės periodo, investicijų rizika laikoma maža, kai atsipirkimo laikas yra tarp trijų ir keturių metų. Įvertinus tai, pasiūlymai (projektai) yra priskiriami ir įvardinami kaip švaresnės gamybos (Staniškis 2010):

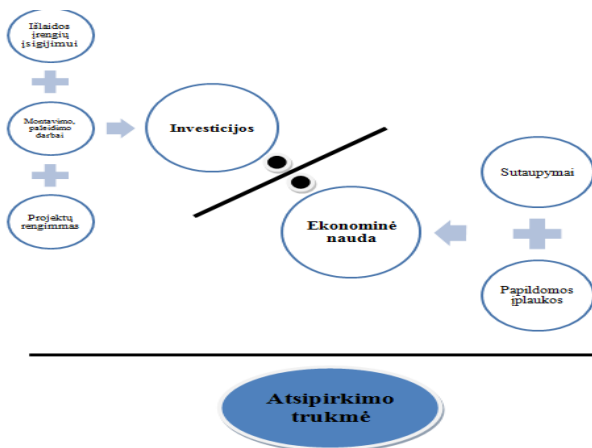
$$AT = I/S \quad (4)$$

čia: AT – atsipirkimo trukmė, metai;

I – investicijos (projekto investicijos), EUR;

S – dėl investicijos (projekto) įdiegimo sutaupomos lėšos, EUR/m.

Ekonominio įvertinimo schema pavaizduota 21 paveiksle.



21 paveikslas. Ekonominis įvertinimas

Šaltinis: (Darbo autorius)

3.4 Pasiūlymų įvykdymo analizės skaičiavimo metodikos

Šiame poskyryje pateikiami numatomų pasiūlymų galimas poveikis aplinkai dėl sunaudotos elektros ir šilumos energijos, į aplinkos orą išsiskiriančių teršalų įvertinimo skaičiavimai.

Žaliavos išsiskyrimas į aplinkos orą (t/m.) gamyboje apskaičiuojamas pagal formulę (Aplinkos oro taršos inventorizacijos ataskaita):

$$M_{(žaliava)} = \frac{M_{vid} \cdot t}{10^6} \quad (5)$$

$M_{(žaliava)}$ – susidaręs medžiagos kiekis per metus, t/m.

M_{vid} – vidutinė taršos vertė, g/s.;

t – darbo laikas, h/m.

Žaliavos sutaupymas pagal naudojamų įrenginių efektyvumą skaičiuojamas formule (Aplinkos oro taršos inventorizacijos ataskaita):

$$m = M_{(žaliava)} \cdot \varepsilon \quad (6)$$

čia: m – grynasis medžiagos kiekis susidaręs sandariuose įrenginiuose, t/m.;

$M_{žaliava}$ – susidaręs medžiagos kiekis sandariuose įrenginiuose, t/m.;

ε – įrenginio efektyvumas, (proc.).

Įrenginio sunaudotos elektros energijos įvertinimas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$Q = g \cdot n \cdot t \cdot \eta \quad (7)$$

čia: Q – sunaudotas elektros energijos kiekis, kWh/m.

g – įrenginio galingumas, kW;

n – įrenginių kiekis, vnt.;

t – įrenginio dirbtos valandos, h/m.;

η – įrenginio naudingumo koeficientas, (proc.).

Netiesioginis poveikis aplinkai dėl elektros energijos/šilumos sunaudojimo. Priimta, kad šilumos energija tinkluose gaminama, deginant gamtines dujas.

Kuro sąnaudos apskaičiuojamos pagal formulę (Staniškis et. Al. 2010):

$$B = Q \cdot 3,6 / [Q_z \cdot \eta] \quad (8)$$

čia: B – sudeginamo kuro kiekis, (tūkst. nm^3);

Q – pagamintas šilumos energijos kiekis, MWh/m.; 1 MWh = 3,6 GJ;

Q_z – gamtinių dujų apatinė šiluminė vertė, $Q_z = 33,49 \text{ MJ/nm}^3$;

η – šilumos gamybos n. k. (proc.).

Energijos kiekis, sunaudotas aušinimui apskaičiuojamas pagal formulę:

$$Q_{at} = C \cdot m \cdot (t_2 - t_1) \quad (9)$$

čia: Q_{at} – sunaudotas energijos kiekis, MWh/m.;

C – savitoji vandens šiluma (4200 J/kg·°C);

m – nuotekų kiekis, kg/m.;

t_1 – ataušinta nuotekų temperatūra, °C;

t_2 - pradinė nuotekų temperatūra, °C.

Netiesioginis poveikis aplinkai dėl elektros energijos/šilumos sunaudojimo. Priimta, kad šilumos energija tinkluose gaminama, deginant gamtines dujas.

Išlakos į aplinkos orą deginant atitinkamą kurą apskaičiuojamos pagal formules (Staniškis et. Al. 2010):

Azoto oksidų (NO_x) išlakos apskaičiuojamos pagal formulę:

$$M_{NO_x} = 0,001 \cdot B \cdot Qi^r \cdot K_{NO_x} \cdot (1 - \beta) \quad (10)$$

čia: M_{NO_x} – susidariusių azoto oksidų kiekis, t/m;

B – sudeginto kuro kiekis, tūkst. nm^3 ;

Qi^r – gamtinių dujų apatinė šiluminė vertė, $Qi^r = 33,49 \text{ MJ}/nm^3$ (2004–11–24 DĮ–225 Kuro ir energijos balanso sudarymo metodika);

K_{NO_x} – parametras, charakterizuojantis azoto oksidų kiekį, kuris susidaro išsiskiriant 1 GJ šilumos, $K_{NO_x} = 0,1 \text{ kg}/GJ$;

β – koeficientas, priklausantis nuo azoto oksidų išmetimo lygio sumažėjimo dėl technologinių sprendimų, $\beta = 0$.

Anglies monoksidų (CO) išlakos apskaičiuojamos pagal formulę:

$$M_{CO} = 0,001 \cdot C_{CO} \cdot B \cdot (1 - q_4 / 100) \quad (11)$$

čia: M_{CO} – susidariusių anglies monoksidų kiekis, t/m.;

C_{CO} – anglies monoksido kiekis, išsiskiriantis degant kuriu, $kg/tūkst. nm^3$;

$$C_{CO} = q_3 \cdot R \cdot Qi^r \quad (12)$$

čia: q_3 – nuostoliai, dėl nevisiško cheminio kuro sudeginimo, $q_3 = 0,5\%$;

R – 0,5 koef. Įvertinantis šilumos nuostolius dėl CO buvimo dūmuose;

Qi^r – gamtinių dujų apatinė šiluminė vertė, $Qi^r = 33,49 \text{ MJ}/nm^3$;

B – sudegintas kuro kiekis, tūkst. nm^3 ;

q_4 – šilumos nuostoliai dėl nevisiško mechaninio kuro sudegimo, $q_4 = 0 - 0,5\%$.

Anglies dvideginio (CO_2) išlakos apskaičiuojamos pagal formulę:

$$G_{CO_2} = B \cdot K_{CO_2} \quad (13)$$

čia: G_{CO_2} – susidariusio anglies dioksido kiekis, t/m.;

B – sudegintas kuro kiekis, tūkst. nm^3 ;

K_{CO_2} – CO_2 emisijų faktorius, t CO_2/TJ , Gamtinių dujų taršos faktorius – 1,8961 t $CO_2/tūkst. nm^3$. (Lietuvos Respublikos Aplinkos ministro įsakymo Dėl klimato kaitos specialiosios programos lėšų naudojimo tvarkos aprašo patvirtinimo (2010-04-06 Nr. D1-275; pakeitimai ir papildymai: 2016-05-04 Nr. D1-318)).

Kietųjų dalelių (KD) išlakos apskaičiuojamos pagal formulę:

$$M_{KD} = B \cdot A^r \cdot \lambda \cdot (1 - \eta) \quad (14)$$

čia: M_{KD} – kietųjų dalelių išlakos, t/m.;

B – sudegintas kuro kiekis, t/m.;

A^r – kuro peleningumas, (proc.);

λ – koeficientas, apibūdinantis degiųjų medžiagų kiekį šlake ir jų dalį lakiuosiuose pelenuose, $\lambda = 0,05$;

η – kietųjų dalelių valymo įrenginių naudingumo koeficientas, (proc.).

Įrenginio pagaminamas šilumos kiekis deginant kurą apskaičiuojamas pagal formulę (Staniškis et. Al. 2010):

$$Q = B \cdot Q_{\xi} / 1000 / 3,6 \quad (15)$$

čia: Q – pagamintas šilumos energijos kiekis, MWh/m.;

B – sudeginamo kuro kiekis, t/m.;

Įrenginio nuostoliai apskaičiuojami pagal formulę (Staniškis 2010):

$$N_{nuostoliai} = Q \cdot \gamma \quad (16)$$

čia: Q – pagamintas šilumos energijos kiekis, MWh/m.;

γ – įrenginio efektyvumas, (proc.).

Įrenginio galingumas apskaičiuojamas pagal formulę (Staniškis 2010):

$$Q_{ir.} = Q / t \quad (17)$$

čia: $Q_{ir.}$ – įrenginio galingumas, MWh;

Q – pagamintas šilumos energijos kiekis, MWh/m.;

t – įrenginio darbo laikas, h/m.

Elektros energijos kiekis, reikalingas šilumos energijos pagaminti apskaičiuojamas pagal formulę:

$$Q_{el.} = q_{el.} \cdot Q \quad (18)$$

čia: $Q_{el.}$ – elektros energijos kiekis, MWh_{el.}/m.;

$q_{el.}$ – el. energijos kiekis, reikalingas 1 MWh šiluminės energijos pagaminti, $Q_{el.}$ - 9 - 11 kWh/MWh (deginant gamtines dujas (GUDZINSKAS 2011)).

Q – pagamintas šilumos energijos kiekis, MWh/m.

Reikalingas kuro kiekis pagal energetinę vertę apskaičiuojamas pagal formulę:

$$X = (B \cdot Q_{i'}^r) / 1t_{ne} \quad (19)$$

čia: X – biokuro kiekis, t_{ne} /m.;

B – biokuro sąnaudos, t/m;

$Q_{i'}^r$ - apatinė šiluminė vertė, GJ/t;

$1 t_{ne}$ – 41,86 GJ (biokuro energetinė vertė).

Nepavojingos degimo produktų atliekos apskaičiuojamos pagal formulę:

$$\eta = B \cdot A^r - M_{KD} \quad (20)$$

čia: η – nepavojingos degimo produkto atliekos (pelenai), t/m.;

B – biokuro sąnaudos, t/m.;

A^r – kuro peleningumas, proc., (A^r – 0,7 proc.).

M_{KD} – išlakos į aplinkos orą, t/m.

Išlakos į aplinkos orą iš mobilių taršos šaltinių apskaičiuojamos pagal formulę (Dėl teršiančių medžiagų, išmetamų į atmosferą iš mašinų su vidaus degimo varikliais, vertinimo metodika):

$$W_s = n \cdot L \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3 \quad (21)$$

čia: W_s – teršiančios medžiagos kiekis sudegus tam tikros rūšies degalams, kg;

n – sunaudotas tam tikros rūšies degalų kiekis, t;

$K1$ – koeficientas, įvertinantis variklio darbo, naudojančio atitinkamą kuro rūšį, darbo sąlygų įtaką teršiančioms medžiagoms;

$K2$ – koeficientas, kuriuo įvertinama automobilio amžiaus įtaka teršalų kiekiui;

$K3$ – koeficientas, kuriais vertinamas mašinų konstrukcijos ypatumų įtaka teršalų kiekiui.

Iš gamybos patalpų per ventiliacinę sistemą išeinantis šilumos kiekis apskaičiuojami pagal formulę (Šilumos vartotojo vadovas 2011):

$$Q_v = n \cdot S \cdot V \cdot DD \quad (22)$$

čia: Q_v – šilumos nuostoliai dėl ventiliacijos, W;

n – oro kaitos skaičius, 1/h;

S – oro specifinė šiluma [0,36 Wh/(m³ * K)];

V – patalpos tūris, m³;

DD – dienolaipsniai, kurie apskaičiuojami pagal formulę (Šilumos vartotojo vadovas 2011):

$$DD = (t_1 - t_e) \cdot h \quad (23)$$

čia: DD – dienolaipsnių skaičius;

t_1 – vyraujanti patalpų vidaus temperatūra, °C;

t_e – lauko temperatūra, °C;

h – parų skaičius per nagrinėjamą laikotarpį, vnt.

Šiluminės energijos perdavimas po šilumos mainų apskaičiuojamas pagal formulę (Šilumos vartotojo vadovas 2011):

$$Q_A = Q_v \cdot l \quad (24)$$

čia: Q_A – susigražinta šiluma, MWh/m.;

Q_v – šiluminės energijos šalinimas, MWh/m.;

l – rotacinio šilumokaičio efektyvumas, (proc.).

Rotacinio šilumokaičio efektyvumas apskaičiuojamas pagal formulę (Šilumos vartotojo vadovas 2011):

$$l = \frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_1} \quad (25)$$

čia: t_1 – tiekiamo oro temperatūra (°C), įeinant orui į šilumos stilizatorių;

t_2 – tiekiamo oro temperatūra (°C), išeinant iš šilumos stilizatoriaus;

t_3 – iš patalpų šalinamo oro temperatūra (°C), įeinanti į šilumos stilizatorių.

3.5 Būvio ciklo vertinimo metodika

Poveikio aplinkai įvertinimui ir palyginimui „prieš ir po“ buvo naudojama būvio ciklo vertinimo metodika. Poveikis aplinkai pasirinktose būvio ciklo ribose (nuo žaliavų išgavimo iki vartų) buvo vertintas naudojantis Ecoinvent 3 ir ELCD duomenų bazėmis ir SimaPRO7 programine įranga. Poveikis aplinkai vertinamas ir lyginamas klimato šiltėjimo potencialo kategorijoje, bei kitose 15-oje poveikio aplinkai kategorijų

ir trijose apibendrintose žalos kategorijose (žala žmogaus sveikatai, žala ekosistemoms, žala susijusi su išteklių naudojimu).

6 lentelė. ILCD 2011 Midpoint+ metodu vertinamos poveikio aplinkai kategorijos

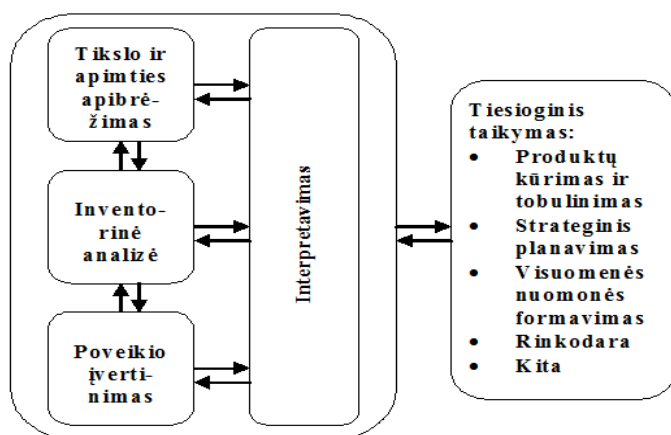
Poveikio aplinkai kategorija	Vienetas
§ Klimato atšilimo potencialas (GWP);	kg CO2 eq
1. Ozono sluoksnio retėjimas	kg CFC-11 eq
2. Kancerogeninis poveikis	CTUh
3. Toksiškumas žmogui (sunkieji metalai)	CTUh
4. Kietosios dalelės	kg PM2.5 eq
5. Jonizuojanti radiacija HH	kBq U235 eq
6. Jonizuojanti radiacija E	CTUe
7. Fotocheminio ozoto formavimasis	kg NMVOC eq
8. Rūgštėjimo potencialas	molc H+ eq
9. Sausumos eutrofikacija	molc N eq
10. Vandenų eutrofikacija	kg P eq
11. Jūros eutrofikacija	kg N eq
12. Ekotoksiškumas vandenims	CTUe
13. Žemės naudojimas	kg C deficit
14. Vandens išteklių eikvojimas	m3 water eq
15. Mineralų iškastinio kuro ir energijos šaltinių naudojimas	kg Sb eq

Taip pat vertinimui naudojamos poveikio aplinkai vertinimo metodikos: IPCC 2013 GWP 100 a-vertinanti globalinį klimato atšilimo potencialą, ; ILCD 2011 Midpoint + metodika, vertinant poveikį aplinkai skirtingose 15-oje aplinkos kategorijų, ReCiPe Endpoint, vertinant poveikį žalos kategorijose. Šis skirtingas metodikų taikymas padeda identifikuoti įvairiapusį poveikį aplinkai bei palyginti poveikio aplinkai reikšmingumą skirtingose aplinkos kategorijose, taip pat nustatyti reikšmingus srautus ar procesus lemiančius poveikio padidėjimą ar sumažėjimą.

Įvertinimui atlikti nustatomos sistemos ribos: nuo – žaliavos išgavimo iki vartų (produkto (siūlo) tiekimo vartotojams). Sistemos analizuojamų srautų apskaičiavimo ir palyginimo pagrindas funkcinis vienetas – 1 t produkcijos. Būvio ciklo analizė atliekama tik su reikšmingais medžiagų ir energijos srautais (t. y. acetono, elektros energijos ir šiluminės energijos (garo), kurių sunaudojimas dėl siūlomų taršos prevencijos priemonių pasikeičia. Poveikio aplinkai vertinimas, apibrėžtuose būvio ciklo etapuose, atliekamas naudojantis esančių modelių duomenimis, kurie imami iš kitų, analogiškų procesų aprašančių būvio ciklo įvertinimo sistemą. Energijos sąnaudos, skirtos transportavimui, apskaičiuojamos medžiagų srautuose, jungiančiuose modulius, nusakančius skirtingose vietose atliekamus procesus.

Būvio ciklo įvertinimas (BCĮ) naudojamas su gaminių ar paslaugomis susijusiems aplinkos aspektams ir potencialiems poveikiams identifikuoti ir įvertinti (Staniškis 2010).

Ši analizė remiasi trimis tipiniais būvio ciklo vertinimo metodikos etapais, kurie pateikti 22 *paveiksle*.



22 paveikslas. Būvio ciklo vertinimas pagal ISO 14040

Šaltiniai: (Staniškis 2010)

BCĮ poveikio įvertinimo metu, naudojant būvio ciklo inventorinės analizės rezultatus, įvertinamas analizuojamos sistemos potencialių poveikių aplinkai reikšmingumas.

Nustatomos poveikio aplinkai kategorijos ir kiekvienai jų priskiriami inventoriniai duomenys. Bendrąsias nagrinėjamas poveikių (žalos) aplinkai kategorijas sudaro išteklių vartojimas, žmonių sveikata ir aplinkos apsaugos pasekmės ekosistemoms.

Apibūdinant, klasifikavimo rezultatai kiekvienoje poveikio aplinkai kategorijoje yra kiekybiškai sujungiami pasitelkus modeliavimą. Kiekybiškai parametrai dažniausiai sujungiami naudojant ekvivalentiškumo koeficientus.

3.6 Įdiegtų pasiūlymų aplinkosauginio ir ekonominio efektyvumo įvertinimas

Įdiegus prevencines priemones, svarbu įvertinti jų aplinkosauginį efektyvumą, vykdant matavimus ir stebėjimą per tam tikrą laiko tarpą (per metus).

Įdiegtų pasiūlymų aplinkosauginis efektyvumo rodiklis $W(t)_{faktas}$ – skirtumas tarp aplinkos apsaugos indikatorius prieš pasiūlymo įdiegimą ir faktinio indikatorius po pasiūlymo įdiegimo, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$W(t)_{faktas} = AAI_{prieš} - AAI_{po(faktas)}$$

Šis rodiklis parodo įrenginio srautų ,darančių poveikį aplinkai, faktinį pasikeitimą gaminamos produkcijos vienetui. Priklausomai nuo aplinkos apsaugos indikatorius reikšmės įvertinamas efektyvumas t. y. kuo ši reikšmė didesnė, tuo daroma žala aplinkai yra mažesnė, o pasiūlymas yra efektyvus.

4 EFEKTYVAUS IŠTEKLIŲ NAUDOJIMO GALIMYBIŲ ĮVERTINIMAS CHEMINIO PLUOŠTO GAMYBOJE

Efektyviam išteklių naudojimo galimybių įvertinimui, cheminio pluošto gamyboje, buvo pasirinktas objektas – UAB „Dirbtinis pluoštas“. Įmonės gamybinės veiklos pobūdis - acetatinių siūlų gamyba.

4.1 Pirminis įvertinimas

Šioje dalyje analizuota ir pateikta pagrindinė informacija apie įmonę, jos veiklą, gamybos procesus ir pagamintą produkciją.

4.1.1 UAB „Dirbtinis pluoštas“ bendroji analizė

Įmonė UAB „Dirbtinis pluoštas“ buvo įkurta 1960 m. Kauno mieste ir yra viena seniausių bei vienintelė Baltijos šalių regione gaminanti cheminį dirbtinį pluoštą. Tiriamuoju laikotarpiu įmonėje dirbo apie 300 darbuotojų. Įmonės pagrindinė produkcija - įvairios rūšies acetatiniai siūlai (blizgantys, matiniai, dažyti), acetatiniai poliamidiniai siūlai, įvairūs mišrios gijos siūlai, kurie susukami ar supinami nuo 0,5 kg iki 6 kg svorio ritėse ant įvairių tipų tūtelių. Acetatas priskiriamas dirbtinio pluošto kategorijai. Acetatinių siūlų gamyboje naudojama pusiau sintetinė žaliava – acetilceliuliozė, kuri gaminama cheminiu būdu apdorojant natūralų polimerą – medienos celiuliozė. Ši, natūralaus polimero, žaliava gaminamiems siūlams suteikia ypatingų savybių, jie yra blizgūs, švelnūs, pasižymi antibakterinėmis savybėmis. Pagaminti acetatiniai siūlai turi platų pritaikymo ir vartojimo lygį. Iš jų gaminami tekstilės gaminiai (pvz. kostiumų pamušalai). Uzbekijoje iš acetatinių siūlų audžiami kilimai, taip pat šie siūlai gali būti maišomi su kitais pluoštais (pvz. kapronu) ir naudojami kitose pramonės šakose (cigarečių filtrų gamyboje) ir t.t.

Cheminio pluošto gamybos įmonėje per metus pagaminama apie 6226 t produkcijos, kurios didžioji dalis yra eksportuojama į Europos Sąjungos rinką (Italija, Portugalija, Vokietija, Ispanija, Prancūzija). Dalis produkcijos eksportuojama ir į Korėją, Egiptą, Turkiją ir t.t. Produkcijos kokybės užtikrinimą ir didesnes panaudojimo galimybes lemia „OEKO-TEX STANDARTV 100“ standartas, kuriuo yra sertifikuoti acetatiniai siūlai. Šis standartas informuoja vartotojus apie produkto saugumą, kad pagaminti produktai nekelia pavojaus vartotojams ir aplinkai. Laikantis „OEKO-TEX STANDARTV 100“ standarto reikalavimų ir siekiant užtikrinti vartotojų reikalavimus ir siūlų kokybę, įmonės laboratorijoje atliekami perkamų žaliavų bei kitų gamyboje naudojamų medžiagų tyrimai, vykdoma pagaminto produkto kokybės kontrolė. Šie ir kiti tyrimai atliekami siekiant kontroliuoti gaminamos produkcijos parametrus (Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės leidimas 2013).

Įmonėje gaminant produkciją vadovaujamosi ir kitais standartais:

- Aplinkos apsaugos vadybos sistemos standartu LST EN ISO 14001:2005;
- Kokybės vadybos standartu LST EN ISO 9001:2008.

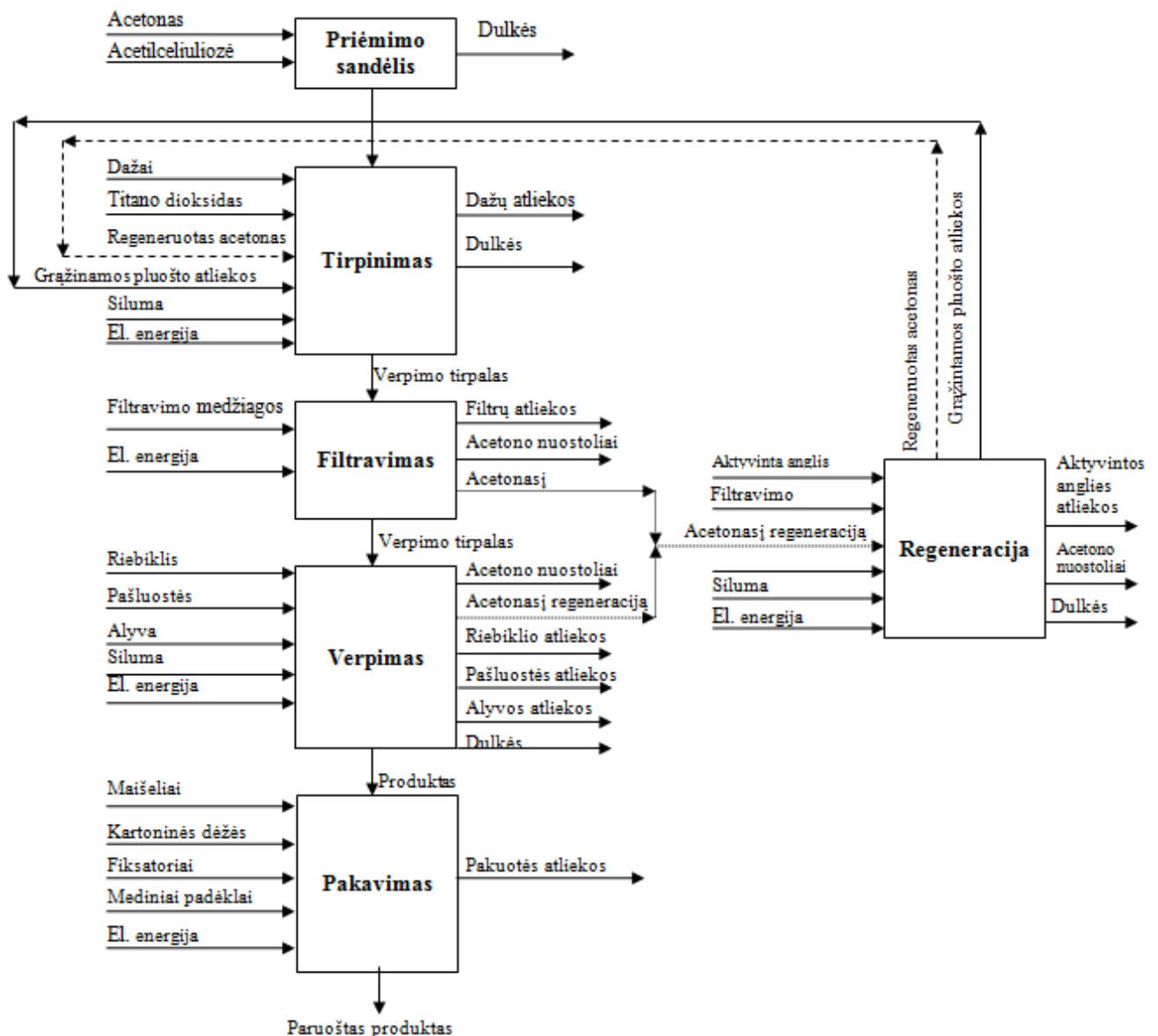
Įmonė yra Tarptautinio viskozės ir sintetinių pluoštų komiteto (CIRF) narė, Lietuvos aprangos ir tekstilės įmonių asociacijos (LATIA) narė bei kitų Lietuvos verslo asociacijų narė.

4.1.2 Pagrindiniai gamybos procesai

Acetatinis siūlas yra vienas iš seniausių dirbtinių pluoštų, gaminamas pagal tipinę technologiją, kuri plačiai naudojama pasaulyje. Acetatinį siūlą gamybą sudaro šie etapai:

- Acetilceliuliozės (AC) ruošimas verpimo tirpalui gaminti;
- Verpimo tirpalo gamyba;
- Siūlų formavimas (verpimas);
- Acetono regeneracija;
- Pakavimas.

Pagrindiniai gamybos technologiniai procesai pateikiami schemeje (žr. 23 paveikslą).



23 paveikslas. Cheminio pluošto gamybos procesų srautų schema

Cheminio pluošto gamybos technologiniai procesų aprašymai pateikiami 3 priede.

4.1.3 Naudojamos žaliavos

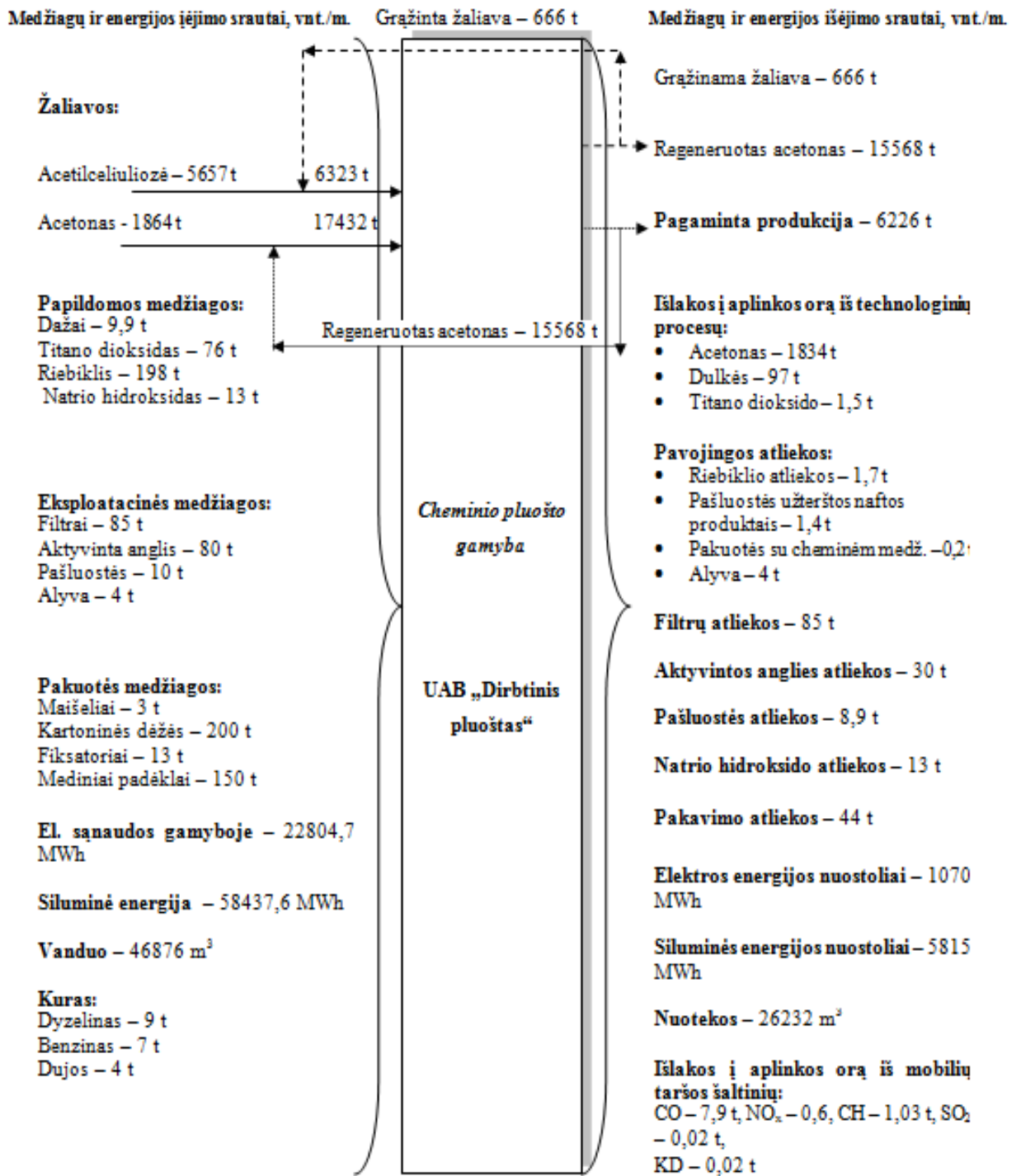
Acetatinų siūlų gamyboje naudojamos pagrindinės žaliavos – acetilceliuliozė (AC) ir tirpiklis (acetono 96 % ir vandens 4 % mišinys). Gamybos procesuose naudojamos papildomos medžiagos: dažai, riebiklis, eksploatacinės medžiagos, pakavimo medžiagos. Visa naudojamų medžiagų analizė pateikiama 4 priede.

4.2 Medžiagų ir energijos balansas

UAB „Dirbtinis pluoštas“ medžiagų ir energijos srautų balansas buvo sudarytas pagal 2014 metų duomenis (žr. 24 *paveikslė*). Analizuojamu laikotarpiu, įmonėje pagaminta 6226 tonų produkcijos, kurios gamybai buvo sunaudota 6323 tonų acetilceliuliozės ir 17432 tonų acetono žaliavos.

Vykstant intensyviems gamybos procesams, skirtingose gamybos baruose, susidaro žaliavų nuostoliai (acetilceliuliozės ir acetono).

Acetilceliuliozės pakrovimo į maišytuvą metu, susidaro dulkių, kurios yra sulaikomos rankoviniuose filtruose ir grąžinamos į gamybos procesus. Verpimo tirpalo ruošimui yra naudojamas tirpiklis – acetonas, kuris gamybos metu yra regeneruojamas. Per 2014 metus buvo regeneruota 15568 tonų acetono, kuris buvo grąžintas produkcijos gamybai. Kitas reikalingas acetono kiekis tiekimas iš sandėlio.



24 paveikslas. UAB „Dirbtinis pluoštas“ cheminio pluošto gamybos procesų medžiagų ir energijos balansas

Nekokybiška produkcija, siūlų galai, brokas susidaro gamybos mašinų paleidimo – stabdymo metu, keičiant rites ir pan. Susidariusios minėtos atliekos sandėliuojamos, papildomai apdirbamos ir gražinamos į gamybą (666 t), kaip atliekų tirpalas, kuris maišomas su ruošiamu tirpikliu ir panaudojamas naujų produktų gamyboje. Priklausomai nuo gaminamos produkcijos asortimento, gamyboje naudojamos papildomos medžiagos. Siūlo savybėms pagerinti sunaudota 198 t riebiglio, matinio siūlo gamybai sunaudota apie 76 t titano dioksido (TiO₂), dažytiems siūlams gaminti sunaudota 9,9 t dažų.

2014 m. iš gamybos procesų į aplinkos orą išmesta virš 1834 t acetono t. y. acetono nuostoliai. Acetono nuostoliai atskiruose gamybiniuose baruose pateikiami 7 lentelėje (t/metus).

7 lentelė. Acetono nuostoliai atskiruose gamybos baruose, (t/m.)

Cheminis baras	Verpimo baras	Regeneracijos baras	Viso
383,5	801,1	648,5	1834

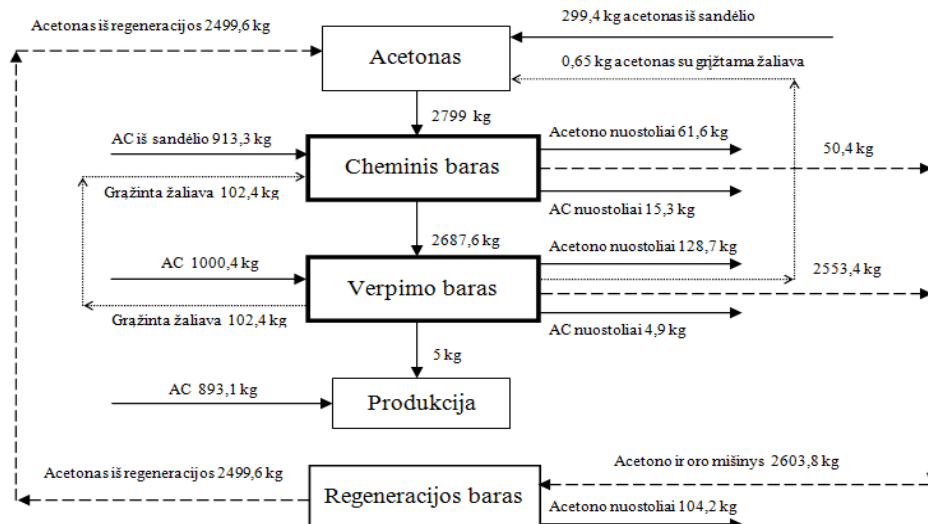
Acetono garų išsiskyrimas į aplinką vyksta visuose technologiniuose procesuose, tačiau intensyviausias yra verpimo bare, siūlų formavimo metu. Acetono nuostoliai verpimo bare pateikti 8 lentelėje.

8 lentelė. Acetono nuostoliai verpimo bare

Per ventiliacinę sistemą		Su atliekomis		Viso
t/metus	%	t/metus	%	
785	98	16,0	2	801,1

Remiantis gautais duomenimis, matoma, kad didžiausi acetono nuostoliai susidarę verpimo bare patenką į aplinkos orą, per ventiliacinę sistemą. Išsamiau ši problema analizuojama 4.8.1.1 skyriuje.

Naudojantis acetatinių siūlų gamybos schema, pateikiami pagrindinių žaliavų – (acetilceliuliozės (AC) ir acetono) srautai, kiekviename gamybos procese. 25 paveiksle pateikiamas žaliavų sunaudojimas, nuostoliai ir grąžinami žaliavos kiekiai, kurie reikalingi pagaminti 1 t produkcijos.



25 paveikslas. Acetatinių siūlų (1 t) pagrindinių žaliavų srautų diagrama

9 lentelėje pateikiami acetilceliuliozės ir acetono nuostoliai atskiruose gamybos procesuose 1 tonai acetatinių siūlų pagaminti.

9 lentelė. Žaliavų nuostoliai 1 t produkcijos pagaminti, (kg/m.)

	Cheminis baras, kg/t	Verpimo baras, kg/t	Regeneracijos baras, kg/t	Viso, kg/t
Acetilceliuliozė	15,3	4,9	-	20,2
Acetonas	61,6	128,7	104,2	294,5

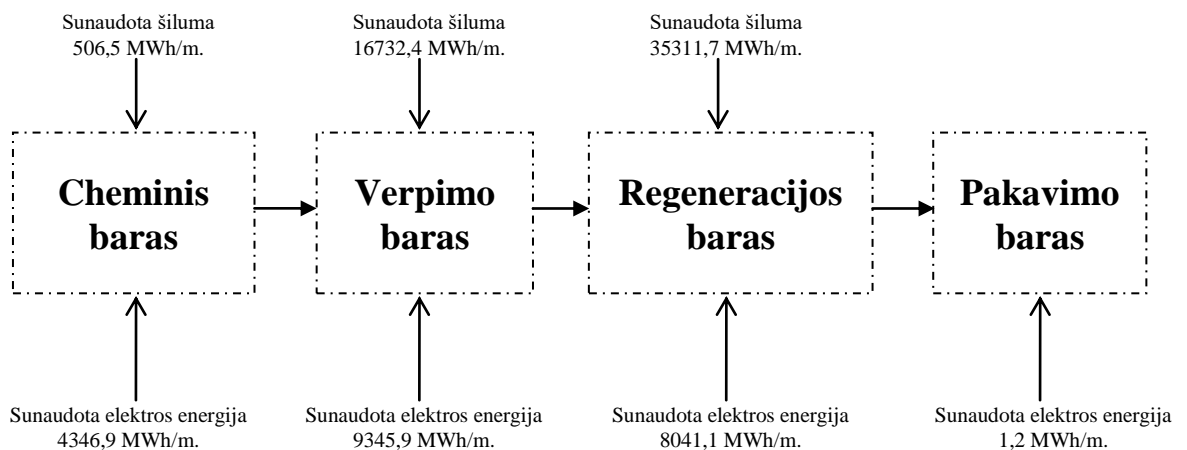
Pagal analizės duomenis matoma, kad didžiausi acetono nuostoliai susidaro verpimo bare 128,7 kg t. y. 44 proc. visų gamyboje susidarantių acetono nuostolių. Įvertinus regeneruotą acetono kiekį (2499,6 kg) ir iš sandėlio tiekiamą papildomą acetono kiekį (299,4 kg) įvertinta, kad 1 tonai produkcijos pagaminti sunaudojama iki 2800 kg acetono.

Gamybos procesuose susidaro apie 97 t dulkių ir kietųjų dalelių bei 1,5 t TiO_2 nuostoliai.

Adsorbicijos procese sunaudojama daugiau nei 80 t aktyvios anglies. Atidirbtos ir mechaniškai susidėvėjusios aktyvios anglies atliekos 2014 m. sudarė apie 30 t. Įrenginių eksploatacijai naudojama alyva (4 t), pašluostės (10 t). Verpimo tirpalo filtravimo procesuose naudojamos daugiasluoksnės filtravimo medžiagos (sudarytos iš medvilninio audinio, viskozinio pluošto neaustinės medžiagos, gofruoto filtravimo popieriaus), kurių sunaudoja ir atiduota atliekų tvarkytojams apie 85 t. Įmonėje susidaro 7 t pavojingų atliekų: pakuotės su cheminėmis medžiagomis, pakuotės su dažų likučiais, organinės pavojingos atliekos (riebikliai), pašluostės užterštos naftos produktais, laboratorinės cheminės medžiagos (nenaudojami reagentai ir stiklo atliekos), alyva.

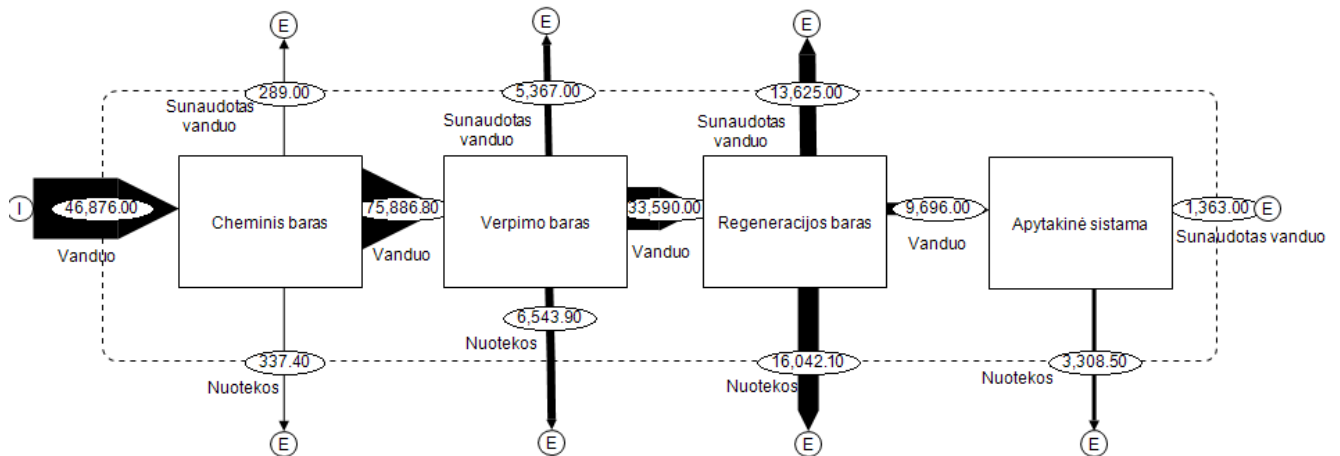
Naudojamos pakavimo medžiagos – maišeliai (3 t), dėžės (200 t), fiksatoriai (13 t), mediniai euro padėklai (150 t). Įmonėje pakuojant siūlus ir išpakuojant pagrindines, pagalbines medžiagas susidaro kartono, popieriaus, plastikų ir medinių euro padėklų atliekų. Viso apie 44 t per metus, kurios perduodamos atliekų tvarkytojams.

Įmonė gamyboje sunaudojo 22,8 tūkst. MWh elektros energijos ir daugiau kaip 58,4 tūkst. MWh šiluminės energijos (garo). 2014 m. įmonės gamybai reikalinga šilumos (garo) energija buvo gaunamas iš AB „Kauno termofikacijos elektrinės“ tinklų. Daugiausia elektros energijos sunaudojama verpimo bare, o didžiausias šilumos energijos (garo) kiekis sunaudojamas regeneracijos bare. Priklausomai nuo sunaudotos energijos kiekio, 2014 m. iš viso susidarė 1070 MWh elektros energijos nuostolių, bei 5815 MWh šilumos nuostolių. Šilumos nuostoliai susidaro visuose gamybos procesuose. Cheminiame bare šilumos nuostoliai susidaro tirpalo ruošimo metu, kada šildomas tirpintuvas, kad vyktų greitesnis tirpalo paruošimas. Verpimo bare šilumos nuostoliai susidaro papildomai šildant verpimo tirpalą bei dėl nesandarių verpimo mašinų, tačiau daugiausia šilumos prarandami kartu su rektifikacijos nuotekomis, kurios papildomai aušinamos šaldytuve ir išleidžiamos į nuotekų tinklus. Sunaudotas elektros energijos ir šilumos kiekis, atskiruose gamybos procesuose, pateikiamas 26 paveiksle.



26 paveikslas. Elektros energijos ir šilumos sunaudojimas gamybos procesuose

Gamybos procesuose sunaudota daugiau nei 46 tūkst. m³ vandens. Vanduo cheminio pluošto gamyboje naudojamas įvairiems tikslams. Daugiausiai vandens sunaudojama regeneracijos procese: aktyvintos anglies regeneracijai ir rektifikacijos kolonos plovimui. Vanduo naudojamas kaip šaldomasis agentas šaldytuvuose, vandens cirkuliacinėse sistemose bei buitiniams reikmėms. UAB „Dirbtinis pluoštas“ 2014 m. į UAB „Kauno vandenys“ miesto nuotekų tinklus išleido daugiau kaip 26 tūkst. m³ buitinių ir gamybinių nuotekų. Išsamesni vandens sunaudojimo ir nuotekų susidarymo srautai pateikiami naudojantis SANKEY diagrama, kurioje rodyklės plotis yra proporcingas sunaudotam vandens kiekiui ir susidariusių nuotekų kiekiui, atskiruose gamybos procesuose (žr. 27 paveiksle).



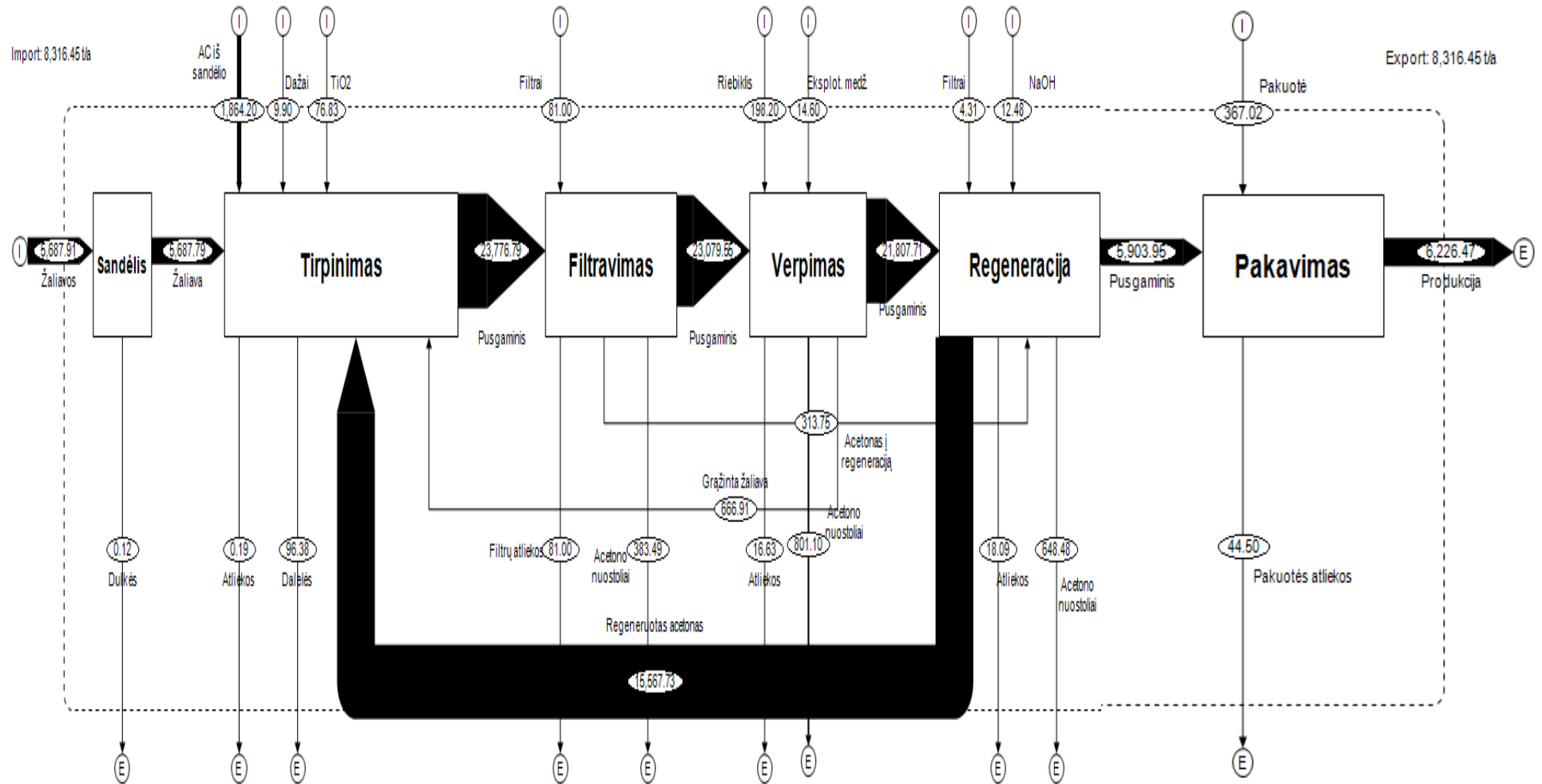
27 paveikslas. Vandens sunaudojimas ir nuotekų susidarymas gamybos procesuose

Daugiausia nuotekų susidaro rektifikacijos kolonoje, kadangi šioje kolonoje vykdomas acetono atskyrimas iš vandens. Kada vandens garai kyla iš apatinės kolonos dalies, kontaktuoja su acetonu bei kyla į kolonos viršų, kur vandens garai kondensuojasi, o susidaręs vanduo teka žemyn, į rektifikacijos kolonos apatinę dalį, iš kurios į nuotekų šaldytuvą ir kanalizaciją. Per 2014 m. priklausomai nuo pagamintos produkcijos kiekio, iš rektifikacijos kolonos nuotekų susidarė daugiau kaip 16 tūkst. m³. Įmonės išleidžiamų nuotekų parametrai (BDS₇, ChDS ir pH) atitinka bendrus nuotekų tvarkymo reglamento reikalavimus gamybinėms nuotėkoms, išleidžiamoms į nuotekų valymo tinklus.

Pagrindinės kuro sąnaudos: dyzelinis kuras (9 t), benzinas (7 t), dujos (4 t) buvo sunaudota eksploatuojant lengvuosius automobilius. Įvertinus kuro sąnaudas, naudojamą automobilių kiekį, amžiaus įtaką, apskaičiuota tarša iš mobilių taršos šaltinių (žr. 5 priedą): CO – 7,9 t, NO_x – 0,6 t, CH – 1,03 t, KD – 0,02 t, SO₂ – 0,02 t.

Įmonėje nuo 2013 m. eksploatuojamas naujas ir modernus šilumos siurblys, kuris žemo potencialo šilumos energiją paverčia aukštesnio potencialo energija. Gauta šiluminė energija, termofikaciniu vandeniu, panaudojama gamybos procesuose, kuriuose reikalinga aukšta vandens temperatūra. Svarbu paminėti, kad šilumos siurblyje, kaip darbinis šaldymo agentas naudojamas 1,1,1,2-tetrafluoretanas (freonas 134 a). Normaliomis eksploatavimo sąlygomis, freonas 134 a į aplinką nepatenka ir nesukelia neigiamo poveikio aplinkai.

Bendra įmonės srautų schema pateikiama 28 paveiksle. Šioje scheme pateikiami visi acetatinių siūlų gamybos technologinių procesų srautai. Pateikiamas medžiagų srautų judėjimas kiekviename gamybos etape.



28 paveikslas. Acetatinų siūlų gamybos technologinių procesų srautai

4.3 Įmonės technologiniuose procesuose taikomos prevencinės priemonės

UAB „Dirbtinis pluoštas“ gamybos procesuose sistemingai taikomos prevencinės priemonės, tokios kaip švaresnė gamyba bei pramonės ekologija. Įmonė suinteresuota savo veikloje skatinti sisteminių požiūrį į techninių, ekonominių, aplinkos ir socialinių aspektų integravimą ir prisidėti prie darnios pramonės vystymosi tikslų.

Aplinkosauginiam veiksmingumui didinti įmonė jau yra įgyvendinusi keletą taršos prevencijos priemonių, kurios atitinka švaresnės, pramoninės ekologijos, žiedinės ekonomikos koncepcijas. Toliau pristatomos, šiuo metu, įmonės technologiniuose procesuose taikomos prevencinės priemonės:

- Gamybos procese susidariusios ar iš klientų grąžintos nekokybiškos siūlų atliekos yra tirpinamos ir vėl panaudojamos produkcijos gamyboje;
- Šalutiniai produktai, kurių sudėtyje yra poliamido, tiekiamos kitai įmonei UAB „Neaustima“. Joje iš šalutinio produkto gaminama neaustinė medžiaga, kuri grąžinama į UAB „Dirbtinis pluoštas“ ir panaudojama tirpalo filtravimo procesuose, kaip filtras;
- Žaliavų siuntos tiekiamos su plastikiniais padėklais, kuriuos UAB „Dirbtinis pluoštas“ perduoda plastikinių gaminių gamintojams, o pastarieji iš plastikinių padėklų gamina plastikinius laikiklius, kuriuos UAB „Dirbtinis pluoštas“ naudoja acetatinių siūlų pakavime.
- 2015 m. rugsėjo mėn. pradėjo veikti dujinis garo katilas, kuris užtikrina efektyvią ir šiuolaikišką šilumos energiją garo gamybai. Šilumos energijos taupymui ir dujų degimo metu susidarančių teršalų išmetimo į aplinką mažinimui, sumontuotas kondensacinis ekonomizeris.
- Įmonėje per metus susidaro daugiau kaip 30 t mišrių komunalinių atliekų. Siekiant sumažinti atliekų poveikį aplinkai, atliekų patekimą į sąvartyną, gamtinių išteklių naudojimą bei atliekų tvarkymo išlaidas, buvo įsigyti konteineriai ir pradėtas mišrių komunalinių atliekų rūšiavimas, atskirai surenkant popierių, metalinę pakuotę, plastiką ir stiklą;
- Nuo 2013 metų įmonėje veikia šiluminis siurblys, kurio pagalba cirkuliuojančio sistemoje vandens šiluma paimama ir panaudojama aukštesnio potencialo (termofikaciniam) vandeniui pašildyti, kuris toliau panaudojamas technologiniuose procesuose;
- Po filtravimo susidariusios filtrų atliekos, celiuliozės pakavimo maišai yra perduodami atliekų tvarkytojui UAB „Super Montes“. Atliekos yra susmulkinamos iki reikiamos frakcijos ir tiekiamos į cemento gamyklas, kaip kietasis atgautasis kuras (RDF), kuris naudojamas deginimui.
- Acetono regeneracija taip pat būtų galima priskirti prie gerosios praktiko pavyzdžių, kai sugaunama ir regeneruojama apie 90 % acetono žaliavos. Tačiau reikia paminėti ir kitą regeneracijos pusę, tai daug energijos sąnaudų, aktyvintos anglies išteklių, vandens sąnaudų reikalaujantis procesas. Žinoma, jei regeneracijos įrenginiai yra techniškai tvarkingi, kuo maksimaliau išnaudojami, tuo efektyviau ir daugiau žaliavos susigrąžinama į gamybos procesus.

Įmonėje vykdoma nuolatinė technologinių procesų priežiūra. Teršiančių medžiagų, išmetimų į aplinkos orą bei nuotekų matavimo kontrolė. Tiksliai kontrolei vykdyti atliekami taršos šaltinių išmetamų į aplinkos orą

teršalų monitoringas ir su nuotekomis išleidžiamų teršalų monitoringas. Šie monitoringų duomenys padeda organizuoti ūkinės veiklos programas, ruošti projektus, taikyti ekologines priemones.

4.4 Cheminio pluošto gamybos įmonių aplinkos apsaugos reikalavimus reglamentuojančių teisinių aktų apžvalga

Cheminio pluošto gamybos įmonėje vykdoma veikla grindžiama šiame skyriuje išanalizuotais Europos Sąjungos ir Lietuvos Respublikos pagrindiniais teisės aktais, reglamentuojančiais aplinkos apsaugą. Analizuotas Aplinkos apsaugos įstatymas, Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės leidimo įstatymai. Taip pat Lietuvos Respublikos teisės aktai, reglamentuojantys oro apsaugą, Europos Sąjungos ir Lietuvos Respublikos teisės aktai, reglamentuojantys lakiųjų organinių junginių patekimą į atmosferą, Lietuvos Respublikos teisės aktai, reglamentuojantys vandens naudojimą ir nuotekų tvarkymą, Europos Sąjungos ir Lietuvos Respublikos teisės aktai, reglamentuojantys cheminių medžiagų valdymą. Analizė pateikta 6 priede.

4.5 Aplinkos apsaugos problemų nustatymas

Nevertinant jau esamų įmonėje švarios gamybos gerosios praktikos pavyzdžių, išanalizavus pagrindinius UAB „Dirbtinis pluoštas“ gamybos procesus, įmonei taikomus aplinkos apsaugos teisės aktus, sudarius pagrindinių srautų diagramą, matyti, kad cheminio pluošto gamyba turi medžiagų ir energijos taupymo potencialą. Pagrindinės nustatytos problemos susiję su didelėmis acetono sąnaudomis produkcijos vienetui (299 kg/t be regeneruoto acetono kiekio, 2800 kg/ t su regeneruotu acetono kiekiu).

Nustatytos pagrindinės aplinkos apsaugos problemos ir jų sprendimo būdai bei galimos alternatyvos detalizuojamos 10 lentelėje.

10 lentelė. Aplinkos apsaugos problemos cheminio pluošto įmonėje

Nr.	Gamybos baras/ procesas / įrenginio pavadinimas	Pagrindinės aplinkos apsaugos problemos	Problemų priežastys	Sprendimo būdai
1	Cheminis baras, verpimo baras	Acetono garų išsiskyrimas į aplinką, acetono nuostoliai siūlų formavimo metu	Atvira, nemodernizuota verpimo mašinų įranga; Neracionalus žaliavų naudojimas.	Verpimo mašinų užsandarinimas
2	Cheminis ir verpimo baras	Acetono garų išsiskyrimas į darbo aplinką Žaliavų ir papildomų medžiagų sąnaudos	Nepakankama patalpų vėdinimo sistema; Žemas įrenginių n. k.; Žaliavų tiekėjų kaita; Žaliavų ir papildomų medžiagų kaina; Tiekiamos žaliavos, kokybės neatitikimas.	Vėdinimo sistemos modernizavimas
3	Verpimo ir regeneracijos baras	Elektros energijos suvartojimas	Sena, daug elektros energijos sunaudojanti įranga.	
4	Regeneracijos baras	Šiluminės energijos nuostoliai	Šiluminės energijos praradimas aušinant karštas nuotekas (nuo 65 °C iki 20 °C).	Šilumos siurblio įdiegimas

10 lentelės tęsinys

5	Regeneracijos baras, verpimo baras	Šiluminės energijos sąnaudos (garo)	Sena, daug energijos sunaudojanti įranga; Iš tinklų tiekiamo garo kaina.	Pneumatinių garo vožtuvų pakeitimas
6	Pakavimo, cheminis baras	Atliekų kiekis	Neracionalus medžiagų parinkimas; Atliekų tvarkymo kaina.	
7	Gamybos barai	Apšvietimo sistemos	Pavojingų atliekų susidarymas; Atliekų tvarkymo kaina.	

Nustatytos pagrindinės aplinkos apsaugos problemos įmonėje UAB „Dirbtinis pluoštas“ siejamos su sena, nemodernizuota įranga, dėl kurios susidaro acetono nuostoliai, išmetimai į aplinkos orą, didesnės žaliavų sąnaudos produkcijos vienetui pagaminti.

4.6 Aplinkos apsaugos indikatorių sudarymas

Nuosekliai išanalizavus įmonės gamybos procesus ir nustatčius aplinkos apsaugos problemas iškelti uždaviniai:

1. Acetono išmetimų mažinimas;
2. Šiluminės energijos naudojimo mažinimas;
3. Elektros energijos sąnaudų mažinimas;
4. Žaliavų ir papildomų medžiagų naudojamo kiekio mažinimas;
5. Darbo sąlygų gerinimas.

Toliau siūlomi aplinkos apsaugos veiksmingumo indikatoriai:

1. Acetono išmetimų (nuostolių) mažinimas:
 - Acetono išmetimai 1 tonai produkcijos pagaminti, (t/t). Ši indikatorius leistų stebėti acetono išlakas gamybos procesuose ir vykdyti kontrolę. Stebėjimo rezultatai pateikiami kas pusę metų, siekiant įvertinti prevencinės priemonės efektyvumą.
2. Šiluminės energijos sąnaudų mažinimas;
 - Šiluminės energijos sąnaudos 1 tonai produkcijos pagaminti, (MWh/t). Šis indikatorius leistu stebėti šiluminės energijos sunaudojimą gamybos procesuose, stebėjimo dažnumas – 1 kartą per metus.
3. Elektros energijos sąnaudų mažinimas;
 - Elektros energijos sąnaudos 1 tonai produkcijos pagaminti, (kWh/t). Šis indikatorius leistų stebėti ir kontroliuoti elektros energijos sunaudojimą gamybos procese. Stebėjimo dažnumas – 1 kartas per ketvirtį.
4. Žaliavų kiekio mažinimas;
 - Žaliavų sąnaudos 1 tonai produkcijos pagaminti, (t/t). Ši indikatorius leistų stebėti žaliavų, tirpiklio ir papildomų medžiagų sunaudojimą produkcijos gamyboje. Stebėjimo rezultatai pateikiami 1 kartą per ketvirtį.

4.7 Aplinkosauginių kaštų vertinimas

Subalansuota plėtra tapo daugelio pramonės įmonių aplinkos apsaugos politikos pagrindu. Siekdamas valdyti ir kontroliuoti savo aplinkos apsaugą ir socialinį veiksmingumą, įmonės diegia aplinkos apsaugos vadybos sistemas. Šios kontroliavimo priemonės padeda įvertinti ne tik aplinkosauginių, socialinių ar teisinių reikalavimų atitiktis, bet ir ekonomiškai įvertinti aplinkosaugines investicijas. Tam tikslui sukurta ir naudojama aplinkos vadybos kaštų vertinimo sistema.

Norint tinkamai įvertinti aplinkos vadybos kaštus ir priimti sprendimus dėl investicijų, ypač svarbu atkreipti dėmesį į ekonominių ir fizikinių duomenų bei atitinkamų įmonės skyrių veiklos derinimą, medžiagų srautų apskaitą, tinkamą atsitiktinių kaštų vertinimą (JASCH 2005).

Aplinkos kaštų vertinimas cheminio pluošto gamybos įmonėje atliekamas remiantis 2014 metų buhalterinės apskaitos duomenis. Atliekant analizę buvo atsižvelgiama į šias aplinkos apsaugos kaštų vertinimo kategorijas: atliekų ir emisijų tvarkymo kaštus, prevenciją ir aplinkos apsaugos vadybą, į gaminį nepatekusių žaliavų įsigijimo vertę. Užpildžius aplinkos apsaugos vadybos kaštų *11 lentelę*, nustatytos trys sritys, kurios, generuoja didžiausius aplinkos apsaugos kaštus įmonėje. Didžiausia poveikis aplinkos: orui ir klimatui. Šiai aplinkosauginiai problemai tenka 96 % visų aplinkos apsaugos vadybos kaštų. Kita įmonei svarbi aplinkosauginė sritis yra nuotekos (3,9 %). Atliekų tvarkymui skiriama 0,1 % aplinkos apsaugos vadybos kaštų. Pirmiausia akcentuojamos šios trys sritys, nes susidariusi tarša patenka už įmonės ribų ir daro poveikį aplinkai.

11 lentelė. Aplinkos apsaugos kaštai, cheminio pluošto gamyboje, %

Aplinkos apsaugos sritis	Oras ir klimatas	Nuotekos	Atliekos	Dirvožemis ir gruntinis vanduo	Triukšmas ir vibracija	Kita	Viso
Aplinkos apsaugos kaštų kategorijos							
1. Atliekų ir emisijų tvarkymas							
1.1. Susijusių įrangos amortizacija	5,0		0,0				5,0
1.2. Priežiūra, eksploatacinės medžiagos ir paslaugos	0,2	0,1	0,0				0,2
1.3. Susijęs personalas	0,0		0,0				0,0
1.4. Mokesčiai	1,8	3,9	0,0				5,6
2. Prevencija ir aplinkos apsaugos vadyba	0,0		0,0				0,0
2.1. Išorinės aplinkos apsaugos vadybos paslaugos	0,0		0,0				0,0
2.2. Bendrosios aplinkos apsaugos vadybos veiklos personalas	0,0		0,0				0,0
3. Į gaminį nepatekusių medžiagų įsigijimo vertė	89,1		0,0				89,1
3.1. Žaliavos	25,2						25,2
3.2. Pakuotės medžiagos			0,0				0,0
3.3. Pagalbinės medžiagos	0,4						0,4
3.4. Eksploatacinės medžiagos	0,2						0,2
3.5. Energija	63,3						63,3
Bendrieji aplinkos apsaugos kaštai	96,0	3,9	0,1				100,0

Aplinkos apsaugos vadybos kaštų *11 lentelėje*, 1.1 punkte, išvardinti su aplinkos apsauga susiję įrenginiai ir jų priežiūra, kurie yra skirti oro valymo procesams. Atsižvelgiant į minėtus įrenginius, įmonė UAB „Dirbtinis pluoštas“ savo veikla daro poveikį dvejoms aplinkosauginėms terpėms, tai aplinkos oras ir atliekų susidarymas. Visi įmonės įrenginiai yra senesni nei 10 metų. Didžiausi kaštai susiję su įrenginių amortizacija iki 5 %.

1.2 punktu, išlaidos įrangos nuolatiniai eksploatacijai, inspektavimui, priežiūrai ir remontui, remiantis UAB „Dirbtinis pluoštas“ duomenimis susijęs su esamos įrangos eksploatacijos kaštais, t. y. remontu ir priežiūra. Svarbu turėti patikimus ir išsilavinusius personalo atstovus, kurie užtikrintų tinkamą ir operatyvią

įmonėje reikalingų tyrimų analizę ir matavimus, išmanančius teisinius reikalavimus bei atitinkamų ataskaitų pateikimą.

Mokesčiai yra kita, aplinkos apsaugos kaštų dalis, sudaranti 5,6 % visų atliekų ir emisijų tvarkymo išlaidų įmonėje. Įmonė turi sumokėti nemažą mokestį už taršą iš mobilių taršos šaltinių. Nuotekos išleidžiamos į miesto kanalizacijos tinklus, vertinamas jų užterštumas, kas sudaro papildomus mokesčius. Įmonėje susidariusias komunalines atliekas tvarko UAB „Ekonovus“, o pavojingas atliekas surenka UAB „Žalvaris“, UAB „Toksika“. Didžiausi mokesčiai yra už oro taršą iš stacionarių taršos šaltinių dėl acetono išmetimo.

Antrojoje dalyje susiję mokesčiai už išorės aplinkos apsaugos vadybos paslaugų teikimą, kurie prižiūri ir audituoja įmonės veiklą. Priežiūra vykdoma kiekvienais metais.

Į gaminį nepatekusios žaliavos, pagalbines ir eksploatacines medžiagas kartu sudaro 89,1 % (žr. *11 lentelę*) aplinkos apsaugos vadybos kaštų. Visgi šis skaičius labai reikšmingas, nes iš šių medžiagų išsiskiria lakūs organiniai junginiai, kurie pavojingi žmonių sveikatai. Tai pat, šie kaštai yra tiesioginis žaliavos praradimas. Kadangi medžiaga nepatenka į gaminį, išgaruoja į aplinką ir sukelia taršą, už kurią reikia mokėti.

Į gaminį nepatekusių gaminių įsigijimo srityje pateikiami kaštai susiję su energija. Šie kaštai yra svarbiausi, nes jie sudaro apie 63,3 % visų įmonės aplinkosauginių kaštų. Didžiausią šių kaštų dalį sudaro šilumos poreikis bei elektros energija, kuri naudojama visuose gamybos procesuose.

4.8 Aplinkosauginių pasiūlymų planavimas ir jų įvykdymo analizė

Sistemiškai UAB „Dirbtinis pluoštas“ veiklai garantuoti svarbu užtikrinti acetatinių siūlų gamybos metu nepažeisti Lietuvos Respublikos įstatymų, mažinti sunaudojamų žaliavų, medžiagų ir energijos sąnaudas produkcijos vienetui bei skatinti švaresnės ir saugesnės gamybos pasiūlymus.

4.8.1 Pasiūlymai efektyvesniam išteklių naudojimui

Išanalizavus įmonės UAB „Dirbtinis pluoštas“ pagrindines aplinkos apsaugos problemas nustatyta, kad pagrindinės problemos yra gamybos procesuose, ypač verpimo bare, susidarantys acetono nuostoliai, energijos (šilumos) praradimas aušinant nuotekas, ne efektyvi patalpų vėdinimo sistema, regeneracijos procesuose, džiovinant aktyvintą anglį sunaudojamos didelės garo sąnaudos. Siekiant sumažinti išlakas į aplinkos orą, žaliavų sąnaudas, energijos (šilumos) nuostolius bei aplinkos apsaugos kaštus, atsižvelgus į pasiūlytus problemų sprendimo būdus tolimesnei analizei, pasirinktos šios prevencinės priemonės:

- Verpimo mašinų modernizavimas, sumažinant acetono nuostolius ir sąnaudas produkcijos vienetui, t (taikomas ŠG prevencinis metodas – įrangos modernizavimas);
- Nuotekų šilumos regeneravimas sumažinant šilumos energijos sunaudojimą ir nuostolius (taikomas švaresnės gamybos prevencinis metodas – proceso optimizavimas) bei naujos įrangos įdiegimas (įrangos modernizavimas);
- Įmonės gamybos barų oro paruošimo ir kondicionavimo sistemos optimizavimas;
- Šiluminės energijos gamyba (garo), biokuro katilinės įrengimas;

- Inovatyvių acetono regeneracijos būdų paieška.

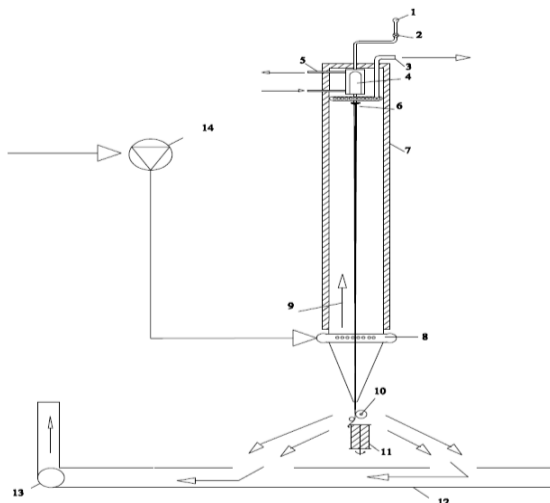
Kitos siūlomos alternatyvos, kurios galėtų būti kito tyrimo objektu:

- Apšvietimo sistemos optimizavimas, naudojant naujos kartos LED lempas, su automatiniais jutikliais;
- Acetono nuostolių mažinimas su atidirbusiomis filtravimo medžiagomis;
- Technologiniame procese susidariusios šilumos panaudojimas (papildomų dviejų šiluminių siurblių įdiegimas).

4.8.1.1 Verpimo mašinų modernizavimo galimybių įvertinimo analizė

Identifikuota problema. Įmonėje gaminant acetatinius siūlus, siūlų gijos verpiamos (formuojamos) sausuoju verpimo būdu, išgarinant acetoną iš verpimo tirpalo srovelių, karšto oro srautu. Šiam sausam verpimui naudojamos PA-240-I^o markės verpimo mašinos. Naudojantis siūlų formavimo technologija acetono išgarinimui į verpimo mašinų šachtas tiekiamas technologinis oras, kuris imamas iš verpimo baro patalpų, trijų metrų aukštyje nuo grindų.

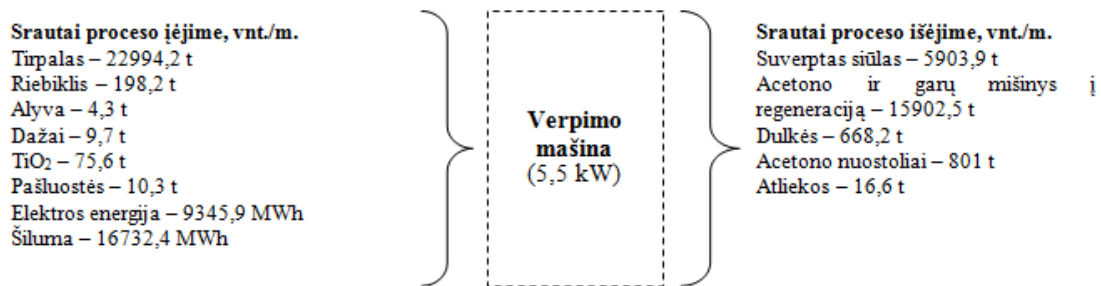
Atlikus pagrindinių žaliavų srautu analize, nustatyta, kad acetono garai į aplinką patenka iš apatinės verpimo mašinos dalies, kur suverptas siūlas vyniojamas ant verpimo ričių. Vidutiniškas verpimo mašinų greitis priklauso nuo verpiamo siūlo storio (ilginio tankio (84 – 133 dtex)) ir yra nuo 500 – 610 m/min. Pagamintų acetatinių siūlų nuėmimo dažnumas taip pat priklauso nuo siūlo storio, mašinos verpimo greičio, ritės svorio (1780 g iki 6000 g) bei verpimo mašinos vyniojamo mechanizmo. Suverpto siūlo sudėtyje yra 8 – 12 % acetono. Esant atvirai verpimo mašinos apačiai, acetonas siūlų vyniojimo metu, patenka tiesiogiai į verpimo baro patalpas. Remiantis atliktų matavimų duomenimis, kurie pateikiami Aplinkos oro taršos šaltinių ir iš jų išmetamų teršalų inventorizacijos ataskaitoje, patalpos oras, ventiliatoriais traukiamas ir šalinamas per išmetimo šaltinį į aplinkos orą. Susidaro žaliavos (acetono) nuostoliai.



29 paveikslas. Siūlų formavimo technologinė schema (esama situacija)

Paaiškinimai: 1 – verpimo tirpalas; 2 – padavimo siurblys; 3 – acetono ir oro mišinys iš verpimo šachtos; 4 – pirštinis filtras; 5 – verpimo tirpalo šildytuvas; 6 – filjerė; 7 – verpimo mašinos sienelė; 8 – techninio oro padavimas; 9 – techninio oro judėjimo kryptis; 10 – įriebinimo diskas; 11 – siūlo sukimas ant ritės; 12 – acetono garų nutraukimo kanalas; 13 – ventiliatorius; 14 – oro paėmimo siurblys.

Įvertinta, kad per metus verpimo bare susidaro 801,1 t acetono nuostolių t.y. prarandama apie 129 kg acetono žaliavos gaminant 1 t produkcijos. Vidutiniškai vienai tonai produkcijos pagaminti papildomai iš sandėlio paimama apie 300 kg acetono. 2014 metais pagaminta daugiau kaip 6,2 tūkst. t produkcijos, kuriai buvo paruošta 22994,2 t tirpalo, kuris įvertinus nuostolius, buvo tiekiamas į verpimo mašinas, siūlų gamybai. Gamyboje visus metus dirbo 19 verpimo mašinų, kurios vidutiniškai per mėnesį pagamina daugiau kaip 500 t produkcijos. Priklausomai nuo gaminamos produkcijos asortimento, sunaudojama papildomų medžiagų: titano dioksido ir dažų. Verpimo procesuose sunaudojama apie 9345,9 MWh per metus elektros energijos ir šilumos 16732,4 MWh per metus. Gamyba vyksta ne pertraukiamu režimu 24 val. per parą, 360 dienų per metus. Esamo siūlo verpimo proceso medžiagų ir energijos balansas pavaizduotas 30 paveiksle.

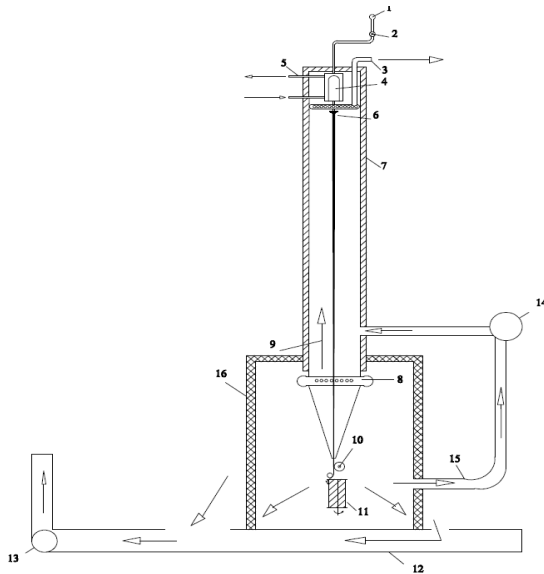


30 paveikslas. Verpimo proceso medžiagų ir energijos balansas (esama situacija)

Pasiūlymo techninis įvertinimas. Atlikus nuoseklią įmonės procesų analizę, įvertintos sunaudojamos žaliavos bei susidarantys nuostoliai. Ieškant tinkamiausių technologinių sprendimų buvo pasiūlyta modernizuoti verpimo mašinas remiantis prieš 20 metų rengtų projektu. Šis pasiūlymas leistų mažinti žaliavų sunaudojimą, teršiančių medžiagų išmetimą į aplinką ir pagerintų darbo sąlygas. Pasiūlytas techninis sprendimas – užsandarinti verpimų mašinų apatinę dalį t. y. įrengti uždaras stiklines kabinas (pertvaras) su priekinėje dalyje stumdomais grūdinto stiklo langais. Kabinos montavimui siūloma naudoti berėmes stiklo pertvaras, stiklą montuojant į aliuminio profilius, o tarp stumdomų pertvarų paliekant 5 mm tarpelį (žr. 7 priedą). Stiklai tvirtinami laikikliais ir stumdymo grioveliais. Stiklinės kabinos priekinės pertvaros būtų stumdomos nuimant suverptą produkciją ir iš naujo paleidžiant verpimo procesą bei atliekant remontą. Vidutiniškai vienos suverptos ritės nuėmimas ir pakeitimas nauja užtrunka 1 min 12 s. Stiklinėms kabinoms (pertvaroms) naudojamas grūdintas stiklas, kuris yra termiškai apdorotas (įkaitintas ir greitai atšalintas) bei apibūdinamas kaip statybinis, termiškai grūdintas saugus kalcio natrio silikatinis stiklas. Šis stiklas atitinka LST EN 12150-1 standarto reikalavimus, kurie taikomi Europoje ir Lietuvoje. Grūdintas stiklas pasižymi 5–7 kartus didesniu mechaniku stiprumu nei kiti, tokio paties storio, paprasti stiklai. Sudužęs stiklas subyra į labai smulkius fragmentus. Stiklo pertvaroms naudojami 10 mm storio grūdinti stiklai, kuris sumažina garsą iki 30 dB.

Technologinis oras, reikalingas išgarinant acetoną iš verpimo tirpalo srovelių į verpimo šachtas būtų imamas iš užsandarintos kabinos 05–0,8 m aukštyje, kurioje vidutinė acetono koncentracija apie 20,4 mg/Nm³. Visas oras iš verpimo mašinų šachtos nusiurbiamas į regeneraciją. Pateikiama pasiūlymo technologinė schema (žr. 31 paveikslą).

Šios pasiūlymo įdiegimas leistų sumažinti acetono nuostolius siūlo formavimo metu, sumažinti acetono sunaudojimą vienai tonai gaminamos produkcijos, pagerintų darbo sąlygas.



31 paveikslas. Verpimo mašinų sandarumo technologinė schema

Paaškinimai: 1 – verpimo tirpalas; 2 – padavimo siurblys; 3 – acetono ir oro mišinys iš verpimo šachtos; 4 – pirštinis filtras; 5 – verpimo tirpalo šildytuvas; 6 – filjerė; 7 – verpimo mašinos sienelė; 8 – techninio oro padavimas; 9 – techninio oro judėjimo kryptis; 10 – įriebinimo diskas; 11 – siūlo sukimas ant ritės; 12 – acetono garų nutraukimo kanalas; 13 – ventiliatorius; 14 – oro paėmimo siurblys; 15 – techninio oro padavimo į šachtą atvamzdis; 16 – sandarinimo kabina.

Pagal įmonėje atliktą „Aplinkos oro taršos šaltinių ir iš jų išmetamų teršalų inventorizacijos“ ataskaitą ir pateiktus matavimo rezultatus bendra vidutinė susidaranti taršos vertė per ventiliacinę sistemą, į aplinkos orą, yra 25,75 g/s. Įvertinimas atliktas, naudojantis dujų chromatografijos metodu bei laikantis Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymu „DĖL STACIONARIŲ TARŠOS ŠALTINIŲ IŠMETAMŲ Į APLINKOS ORĄ TERŠALŲ LABORATORINĖS KONTROLĖS METODINIŲ REKOMENDACIJŲ PATVIRTINIMO“ reikalavimų.

Sėkmingam pasiūlymo įvykdymui, svarbu laikytis atitinkamų užsandaravimo ir darbo saugos reikalavimų. Užsandarintose vepimo mašinose (kamerose) svarbu palaikyti santykinį oro drėgnumą, kuris turėtų būti 9 – 11 g H₂O/ kg sauso oro (Rieter 2016). Oro drėgnumas yra svarbus kriterijus, kadangi esant žemai santykiniai oro drėgmei gali susidaryti elektrostatinis krūvis, kuris yra pavojingas ir gali sukelti gaisrą ar sprogimą, todėl būtina dėvėti specialius darbo rūbus. Svarbu, kad darbuotojas nevilketų sintetinių drabužių, kadangi susidaranti trinantis tarp kūno ir drabužių gali išiekrinti ir sukelti kibirkštis. Siekiant išvengti šio pavojaus, specialiai užsakomi ne sintetiniai darbo drabužiai. Patalpose grindys turi būti laidžios elektrai, kad ant jų nesikaupytų ir nesusirinktų statiniai elektros krūviai. Svarbu, kad visi staliukai, vežimėliai turėtų guminius ratukus (Saugos problemos 2016).

Pasiūlymo aplinkosauginė nauda. Modernizavus verpimo mašinų konstrukcijas pasiekama aplinkosauginė nauda:

- Sumažėja acetono sąnaudos vienai tonai produkcijos – 184,3 kg;

- Sumažėja acetono išlakų į aplinkos orą – 720,9 t/m.;
- Padidėja regeneruoto acetono kiekis iki 16288,6 t/m.

12 lentelė. Verpimo mašinų modernizavimo aplinkosauginis ir ekonominis įvertinimas

Srautai	Prieš pasiūlymo įdiegimą			Po pasiūlymo įdiegimo			Sumažėja/padidėja	
	Vnt./m.	Eur/vnt.	Eur./m.	Vnt./m.	Eur/vnt.	Eur./m.	Vnt./m.	Eur/m.
Produkcija	5903,9 t			5903,9 t				
Tirpalas	22994,2 t			22994,2 t				
Acetono nuostoliai	801 t	900	720900	80,1 t	900	72090	720,9 t	648810
Regeneruotas acetono kiekis	15567,7 t			16288,6 t			720,9 t	
Sunaudotas acetono kiekis 1 t	300 kg	0,86	258	184,3 kg	0,86	158,5	115,7	99,5
Mokesčiai už aplinkos teršimą iš stacionarių taršos šaltinių	801 t	61	48861	80,1	61	4886,1	720,9	43974,9
Oro nutraukimo sistemos verpimo mašinose	-	-	-	150 tūkst. EUR.			-150 tūkst. EUR.	
Verpimo mašinų stiklinimo konstrukcijos (grūdintas stiklas, aliuminiai profiliai, laikikliai)				600 tūkst. EUR			-600 tūkst. EUR	
Konsultantų paslaugos	-	-	-	3 tūkst. EUR			-3 tūkst. EUR	
Montavimo ir paleidimo darbai				16 tūkst. EUR			-16 tūkst. EUR	

Acetono susidarymas (t/m.) iš po verpimo mašinų apskaičiuojamas pagal metodikos 3.4 poskyrio 5 formulę, įvertinus, kad verpimo mašinos dirba 360 dienas per metus t. y. 8639 h/m.:

$$M_{(Acetono)} = \frac{M_{vid} \cdot t}{10^6}$$

$M_{(Acetono)}$ – susidaręs acetono kiekis per metus, t/m.

M_{vid} – vidutinė taršos vertė, g/s.;

t – darbo laikas, h/m.

$$M_{(Acetono)} = \frac{25,75 \cdot 3600s/h \cdot 8639h/m}{10^6} = 801t/m.$$

Būtina įvertinti acetono patekimą į darbo aplinką priverptų siūlų su ritėmis nuėmimo ir naujų ričių uždėjimo metu. Priklausomai nuo ritės pakeitimo laiko (vienos ritės pakeitimo laikas iki 1 min 12 s) į aplinkos orą išsiskiria 1,85 kg acetono. Svarbu paminėti, kad verpimo mašinų užsandaravimo efektyvumas, atsižvelgiant į stumdomų pertvarų tepelius (5 mm) gali būti 90 - 85 proc. Remonto metų, verpimo mašinos sustabdomos, todėl jų taisymo metu acetono nuostoliai nevertinami.

Įvertinus verpimo mašinų sandarumo efektyvumą apskaičiuojamas sulaikomas acetono kiekis per metus (žr. 12 lentelę). Skaičiavimai pateikti pagal metodikos 3.4 poskyrio 6 formulę:

$$m = M_{Acetono} \cdot \varepsilon$$

čia: m – grynasis acetono kiekis susidaręs sandariose verpimo mašinose, t/m.;

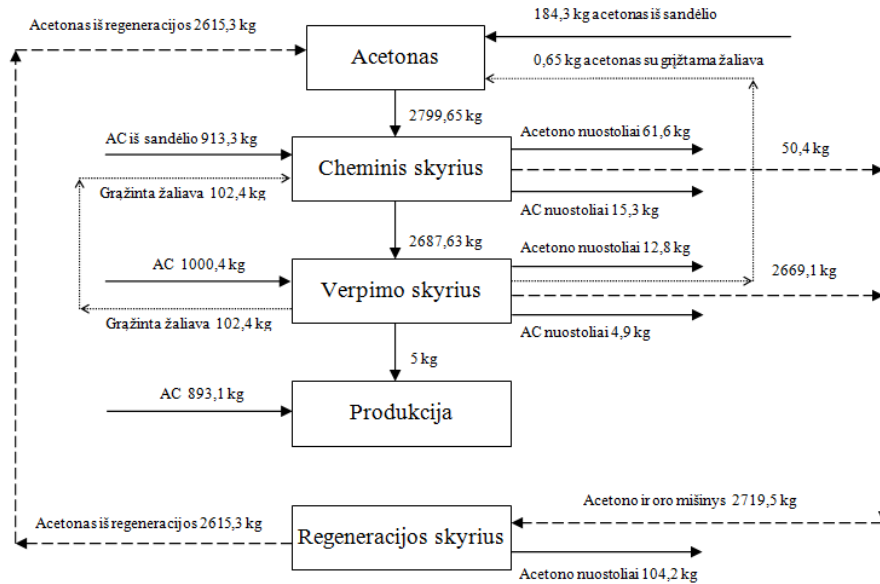
$M_{Medžiagos}$ – susidaręs medžiagos (šilumos) kiekis, t/m.;

ε – efektyvumas.

$$m = 801 \cdot 0,9 = 720,9 \text{ t/m.}$$

Planuojama, kad modernizavus verpimo mašinas, bus sutaupoma iki 720,9 t/m. acetono žaliavos, taip pat sumažinamas teršalų patekimą į aplinkos orą per bendrą ventiliaciją nuo 801 t/m. iki 80,1 t/m.

Acetono sąnaudos 1 t produkcijos pagaminti po pasiūlymo schema pateikiama 32 paveiksle.



32 paveikslas. Acetatinų siūlų (1 t) pagrindinių žaliavų srautai po pasiūlymo

Verpimo mašinų užsandarinimas būtų vienas ir efektyviausių priemonių žaliavos sutaupymui įmonėje. Tačiau įvykdžius siūlomą prevencinę priemonę, gali pailgėti priverptos siūlų ritės nuėmimo ir naujos ritės uždėjimo laikas iki 1 min 30 s. Laiko pailgėjimas siejamas su papildomu laiku, kuris reikalingas stumdomų langų atidarymui ir uždarymui. Šiuo metu vienos verpimo mašinos skyriuje yra 50 verpiamų siūlų ričių, kurioms pakeisti reikalinga iki 60 min. Pailgėjus vienos ritės nuėmimo laikui, visos mašinos siūlo ričių pakeitimo laikas pailgėja iki 65 min. Šis laiko pailgėjimas sąlygoja verpimo mašinos greičio kitimus bei pagaminamos produkcijos kiekį per metus.

Pasiūlymo finansiniai rodikliai ir ekonominė nauda: Verpimo mašinos modernizavimas leistų kasmet sutaupyti iki 692884,9 EUR (žr. 12 lentelę).

Įmonės kaštai sumažėja dėl šių priežasčių:

- Įrengus verpimo mašinų užsandarinimą sutaupoma acetono – 648,9 tūkst. EUR ir sumažėja papildomo acetono poreikis iki – 100 EUR bei mokesčiai už aplinkos teršimą iš stacionarių taršos šaltinių – 44 tūkst. EUR;

Naujo projekto bendros investicijos – 769 tūkst. EUR. Pasiūlymo investicijos susideda iš:

- Konsultantų paslaugos – 3 tūkst. EUR.
- Siūloma pasaulinės lyderės, verpimo mašinų modernizavime, įmonės Oerlikon Barmag verpimo mašinų (kapsuliavimo konstrukcijos su metaliniais rėmais ir slankiojančiomis sistemomis ir stiklais) – 600 tūkst. EUR.
- Oro nutraukimo sistemos įsigijimo ir montavimo darbų – 150 tūkst. EUR.

- Papildomi montavimo darbai ir paleidimas – derinimas – 16 tūkst. EUR.

Investicijų atsipirkimo trukmė (AT) apskaičiuojama pagal metodikos 3.4 poskyrio 7 formulę:

$$AT = I \cdot S = 769000\text{EUR} / m. / 692884\text{EUR} / m. = 1,11\text{m.}$$

Aplinkosauginių indikatorių įvertinimas

Atliekamas siūlomos priemonės aplinkosauginio veiksmingumo įvertinimą, atsižvelgiant į nustatytus indikatorius, kurie apskaičiuoti naudojantis metodikos 3.4 dalyje pateiktomis 2,3 formulėmis.

Acetono nuostoliai t, susidarantys gamybos procesų metu iš po verpimo mašinų pagaminti 1 t produkcijos buvo:

$$AAI_{\text{prieš}} = 801 / 6226,467 = 0,128$$

$$AAI_{\text{po}} = 80,1 / 6226,467 = 0,013$$

Sunaudotas acetono kiekis iš sandėlio, kad pagaminti 1 t produkcijos:

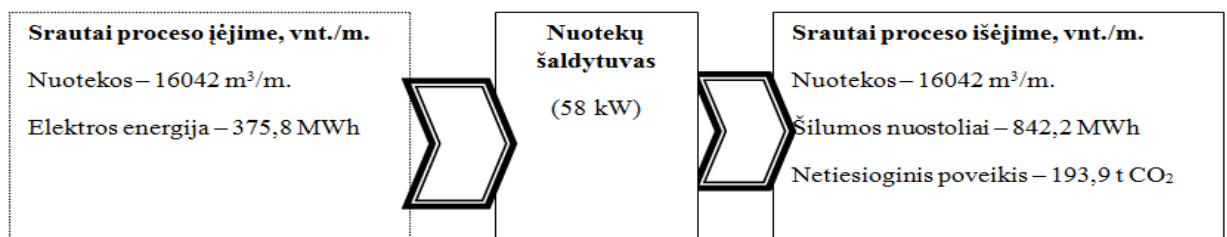
$$AAI_{\text{prieš}} = 299 / 6226,467 = 0,05$$

$$AAI_{\text{po}} = 184,3 / 6226,467 = 0,03$$

4.8.1.2 Nuotekų šilumos regeneravimas

Identifikuota problema. Įmonės gamybiniuose procesuose susidarantis didelės koncentracijos acetono garų ir oro mišinys (GOM) į regeneracijos skyrių tiekiamas iš visų technologinių įrenginių (verpimo mašinų, filtravimo presų darbo zonų, džiovyklos, ir kitų patalpų), kuriuose naudojamas acetonas. Šis mišinys regeneruojamas, ir naudojamas acetilceliuliozei tirpinti. 2014 m. į regeneraciją buvo grąžinta 15568 t acetono, kuris buvo regeneruojamas nuosekliai vykdant aprašytą regeneracijos procesą (žr. 4.2 skyrių). Paskutiniame acetono regeneracijos procese, rektifikacijos kolonoje vykdomas acetono gryninimas. Procesas prasideda kai rektifikacijos kolona vandens garais pašildoma iki 135 - 145 ° C temperatūros. Kolonoje acetonas iš rekuperato yra išgarinamas, t. y. acetonas kontaktuoja su vandens garais ir kyla į kolonos viršų, vandens garai palaipsniui kondensuojasi ir susidaręs vanduo, nuotekos, kurios išilę iki 65 °C teka žemyn į nuotekų šaldytuvą ir į kanalizacijos tinklus, taip prarandama šiluma. LR Nuotekų tvarkymo reglamente yra nustatyti bendrieji reikalavimai gamybinėms nuotekoms, išleidžiamoms į kanalizaciją (žr. 4.4 skyrių). Nuotekų aušinimui naudojamas 58 kW galingumo nuotekų šaldytuvai, kuris prieš išleidžiant į kanalizacijos tinklus, nuotekas ataušina iki 20 – 25 °C. Įmonėje rektifikacijos proceso metu per 2014 m. susidarė daugiau kaip 16042 m³ nuotekų. Aušinant nuotekas ir išleidžiant jas į kanalizaciją, susidaro šilumos energijos nuostoliai iki 842 MWh.

Esamo nuotekų šaldymo medžiagų ir energijos balansas pavaizduotas 33 paveiksle.



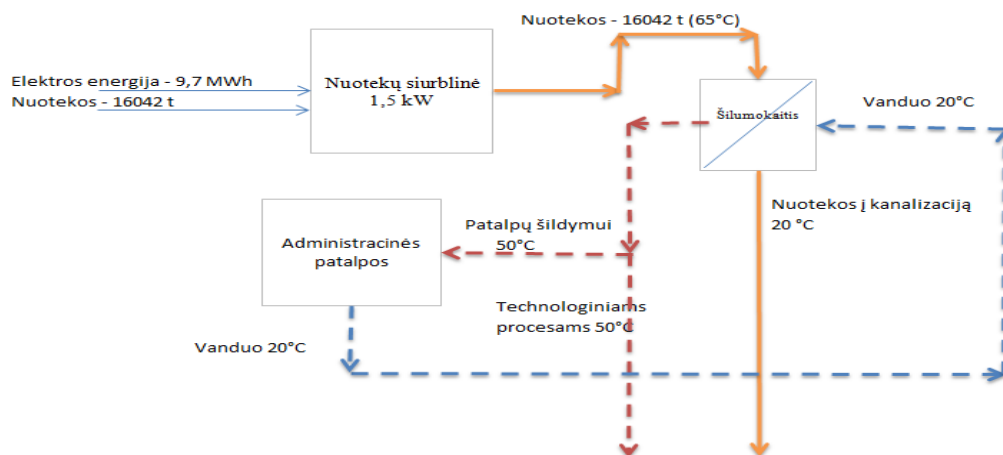
33 paveikslas. Nuotekų medžiagų ir energijos balansas (esama situacija)

Siūloma prevencinė priemonė ir jos techninis įvertinimas. Detaliai išanalizavus rektifikacijos metu susidarantių nuotekų parametrus (kiekį, temperatūrą, energetines sąnaudas) buvo pasiūlyta vietoje naudojamo nuotekų šaldytuvo įrengti šilumos regeneravimo sistemą, tikslu panaudoti nuotekų šilumą administracinio pastato patalpų šildymui.

Šildomas UAB „Dirbtinis pluoštas“ administracinio pastato patalpų plotas – apie 1000 m². 2014 m. patalpų šildymui buvo sunaudota apie 122 MWh šilumos energijos (mokama Kauno miesto šilumos tinklams), tai vidutiniškai, šildymo sezono metu, sunaudojama 20,3 MWh/mėn. šilumos, palaikant normalią darbo aplinkos temperatūrą (+ 20 °C).

Pasiūlyta įrengti nuotekų siurblinę ir surinkti iš rektifikacijos kolonos ištekantią nuoteką (65 °C). Nuotekos tiekiamos į nuotekų siurblinės rezervuarą, kurio parametrai parenkami pagal susidaranti nuotekų kiekį, t. y. daugiau kaip 50 m³ talpos (matmenys 4630 x 5130 mm). Siurblinės rezervuaras yra sandarus, jo sienelių struktūra yra sudaryta iš trijų sluoksnių, su vidaus pertvaromis ir oro tarpu, jis atitinkantis aukščiausius kokybės reikalavimus. Nuotekų siurblinėje įmontuotas siurblys „KTP 500“ su automatine sistema, kurio bendra galia 1,5 kW (žr. 8 priedą). Šilumos regeneracijai nuotekos, siurblinės pagalba, tiekiamos į šilumokaitį (vanduo – vanduo), kur šiluminė energija (MWh) perduodama šildymo sistemos apytakiniam vandeniui, kuris pašildomas nuo 20 °C iki 50 °C, o nuotekos ataušinamos iki 20 °C. Įvertinus šilumokaičio efektyvumą (75 proc.) galima sugeneruoti apie 632 MWh/m šilumos. Susidariusią likutinę šilumą galima nukreipti į verpimo mašinas tirpalo šildytuvą, pirminiam pašildymui.

Pašildytas vanduo tiekiamas administracinių patalpų šildymui, šildymo sezono metu, visa perteklinė šiluma tiekama į technologinius procesus.



34 paveikslas. Nuotekų medžiagų ir energijos balansas įdiegus šilumos regeneravimo sistemą

Šiluminės energijos išgavimas iš nuotekų yra populiarėjanti priemonė taupyti gamtinius išteklius, gerinti aplinkos sąlygas bei mažinti klimato kaitą. Šis pasiūlymas pateiktas naudojantis Vokietijos, Šveicarijos patirtimi plačiai pritaikomais nuotekų šilumokaičiais „HUBER RoWin Heat“, kurie naudojami pramonėje, gyvenamųjų namų rajonuose, biuruose patalpų šildymui ar karšto vandens tiekimui (žr. 9 priedą).

Pasiūlymo aplinkosauginė nauda. Modernizuojant įmonės rektifikacijos proceso metu susidariusių nuotekų šilumos atgavimą, eksploatuojant šilumokaitį pasiekama akivaizdi aplinkosauginė nauda (žr. 13 lentelę):

- sumažinamos emisijos į orą, šiluminės energijos gamybos metu, deginant gamtines dujas iki 84,8 t/m.;
- sumažinamos elektros energijos sąnaudos daugiau kaip 366 MWh/m.;
- sumažėja gamtinių dujų sąnaudos – 58,9 tūkst. nm³/m.;
- sumažinami šilumos nuotoliai iki 632 MWh/m.

13 lentelė. Nuotekų šilumos regeneravimo sistemos įdiegimo aplinkosauginis ir ekonominis įvertinimas

Srautai	Prieš įdiegimą			Po įdiegimo			Sumažėja/padidėja	
	Vnt./m.	Eur/vnt.	Eur./m.	Vnt./m.	Eur/vnt.	Eur./m.	Vnt./m.	Eur/m.
Nuotekos	16042 t	0,45	7218,95	16042 t	0,45	7219	-	-
Elektros energijos sąnaudos (nuotekų aušinimui)	375796 kWh	0,17	63885	9720 kWh	0,17	1682,4	366076 kWh	62232,9
Netiesioginis poveikis aplinkos orui dėl elektros energijos vartojimo (priimant prielaidą, kad deginamos gamtinės dujos reikalingos pagaminti elektrai)								
Gamtinės dujos	45,3 tūkst. nm ³			1,17 tūkst. nm ³			44,2 tūkst. nm ³	
CO	0,38 t			0,01 t			0,37 t	
CO ₂	86,49 t			2,22 t			84,27 t	
NO _x	0,15 t			0,002 t			0,15 t	
Viso:	87,02 t			2,23 t			84,79 t	
Administracinių patalpų plotas	1000 m ²			1000 m ²				
Šiluminė energija (patalpų šildymui)	122 MWh	25	3050	122 MWh	-	-	122 MWh	3050
Šiluminės energijos nuotoliai	632 MWh	25	15800	-	-	-	632 MWh	15800
Emisijos į aplinkos orą šiluminės energijos gamybos metu (priimant prielaidą, kad deginamos gamtinės dujos, reikalingos pagaminti šilumos kiekį tinkluose)								
Gamtinės dujos	116,450 tūkst. nm ³			101,720 tūkst. nm ³			14,730 tūkst. nm ³	
CO	0,97 t			0,85 t			0,12 t	
CO ₂	220,82 t			192,87 t			27,95 t	
NO _x	0,39 t			0,34 t			0,05 t	
Viso:	222,18 t			194,06 t			28,12 t	
Nuotekų šilumokaitis	-	-	-	1	55,4 tūkst.	55,4 tūkst.	1	55,4 tūkst.
Nuotekų siurblinė	-	-	-	1	10,3 tūkst.	10,3 tūkst.	1	10,3 tūkst.
Montavimo darbai, paleidimas/derinimas	-	-	-	5 tūkst.			5 tūkst.	

Teoriškai apskaičiuojamos elektros energijos sąnaudos prieš pasiūlymą ir po pasiūlymo, gamtinių dujų sąnaudos bei išlakos į aplinkos orą deginant gamtines dujas (žr. 13 lentelę). Skaičiavimai pateikiami 9 priede.

Energijos kiekis, sunaudotas nuotekų aušinimui skaičiavimai pateikti 9 priede, rezultatai pateikti 12 lentelėje.

Gamtinių išteklių kiekis (gamtinių dujų), reikalingas 842 MWh/m. šilumos energijos pagaminti skaičiavimai pateikti 9 priede.

Išlakų, išmetamų į aplinkos orą kiekis, kai deginamos gamtinės dujos apskaičiuojamos pagal metodikos 3.4 poskyrio 10,11,13 formules, skaičiavimai pateikiami 9 priede.

Administracinių patalpų šildymui 2014 m. sunaudota 122 MWh šilumos energijos iš miesto šilumos tinklų. Matematiškai įvertinamas šiam šilumos energijos kiekiui pagaminti, miesto šilumos tinkluose sunaudotas gamtinių išteklių ir elektros energijos kiekis.

Gamtinių išteklių kiekis (gamtinių dujų), reikalingas 122 MWh/m. šilumos energijos pagaminti bei susidarantys išmetimai apskaičiuojamas pagal metodikos 3.4 poskyrio formules, skaičiavimai pateikiami 9 priede.

Pasiūlymo finansiniai rodikliai ir ekonominė nauda: Nuotekų šilumos panaudojimas ir įrenginių įdiegimas leistų kasmet sutaupyti iki 81083 EUR (žr. 13 lentelę).

Įmonės kaštai sumažėja dėl šių priežasčių:

- Nenaudojamas nuotekų šaldymas, sutaupoma elektros energijos – 62 tūkst. EUR ir sumažėja šilumos nuostoliai iki – 15,8 tūkst. EUR;
- Nereikia papildomų išlaidų administracinių patalpų šildymui, sutaupoma iki 3050 EUR per metus.

Naujo projekto bendros investicijos – 70,7 tūkst. EUR. Pasiūlymo investicijos susideda iš:

- Vokiečių ir Šveicarų gamybos HUBER Heat Exchanger RoWin nuotekų šilumokaičio įsigijimo – 55,4 tūkst. EUR.
- Nuotekų siurblynės įsigijimo ir montavimo darbų – 10,3 tūkst. EUR.
- Papildomi montavimo darbai ir paleidimas – derinimas – 5 tūkst. EUR.

Investicijų atsipirkimo trukmė (AT) apskaičiuojama pagal 3.4 poskyrio 4 formulę:

$$AT = I \cdot S = 70700 / 81083 = 0,9m.$$

Aplinkosauginių indikatorių įvertinimas

Atliekamas siūlomos prevencinės priemonės aplinkosauginio veiksmingumo įvertinimas, atsižvelgiant į nustatytus indikatorius, kurie apskaičiuoti naudojantis metodikos 3.4 dalyje pateiktomis formulėmis 2,3.

Šiluminės energijos sunaudojimas ir nuostoliai MWh, gaminant 1 t produkcijos:

$$AAI_{\text{prieš}} = 964,232 / 6226,467 = 0,155$$

$$AAI_{\text{po}} = 842,210 / 6226,467 = 0,135$$

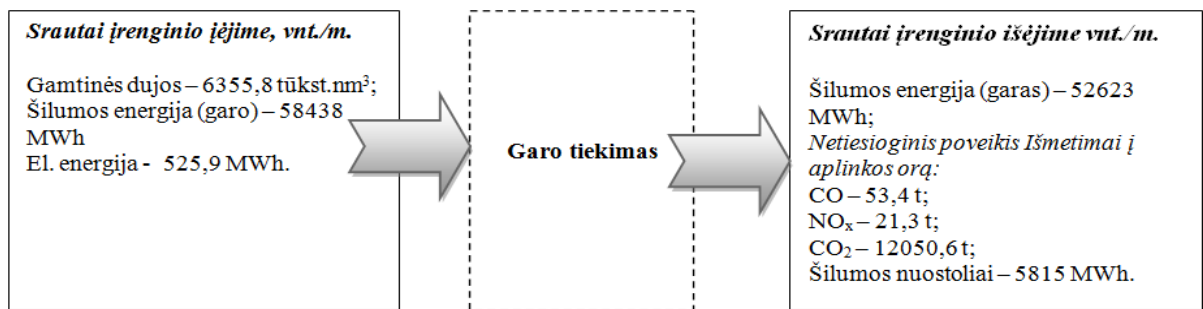
Elektros energijos sąnaudos MWh, kad pagaminti 1 t produkcijos:

$$AAI_{\text{prieš}} = 375,796 / 6226,467 = 0,06$$

$$AAI_{\text{po}} = 9,72 / 6226,467 = 0,001$$

4.8.1.3 Biokuro katilinės įdiegimas šiluminės energijos (garo) gamybai

Identifikuota problema. Analizuoti UAB „Dirbtinis pluoštas“ gamybos procesai ir juose sunaudojamas šilumos (garo) kiekis. Garas yra naudojamas cheminiame, verpimo ir regeneracijos bare (žr. 26 paveikslą). Didžiausios garo sąnaudos yra regeneracijos procese (35311 MWh/m). Gamybai reikalinga šilumos energija garu iki 2015 metų buvo tiekama iš AB Kauno termofikacinės elektrinės per metus (58438 MWh/m.) garo t. y. vidutiniškai ~ 6,76 MWh/h. Per metus garo gamybai, termofikacinėje elektrinėje, sunaudoti daugiau kaip 6355,8 tūkst. nm³/m. gamtinių dujų. Nepriklausomai nuo to, susidaro šilumos nuostoliai iki 5815 MWh/m. bei išlajos į aplinkos orą.



35 paveikslas. Garo sunaudojimo medžiagų ir energijos balansas (esama situacija)

Deginant gamtines dujas ne tik naudojami neatsinaujinantys išteklių, bet teršiamas ir aplinkos oras, susidaro šiluminiai nuostoliai. Siūloma atsisakyti garo tiekimo iš termofikacinės elektrinės ir įsodiegti biokuro kūrenama garo katilinę.

Techninis sprendimas. Siūloma garo gamybai naudoti biokuro katilą, o visa pagaminta perteklinė šiluma, būtų nukreipiama į miesto bendruosius šiluminius tinklus vadovaujantis Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos 2010 m. spalio 4 d. r Nr. O3-202 nutarimu dėl šilumos supirkimo iš nepriklausomų šilumos gamintojų tvarkos ir sąlygų sąrašo patvirtinimo.

Siūloma biokuro deginamą katilinę statyti esančiame tuščiam pastate ir jungtis jau prie esamų įrenginių (vandens minkštinimo įrenginių, ekonomizerio, dūmtraukio) bei papildomai įrengiant biokuro sandėlį šalia biokuro katilinės esančiame, tuščiam pastate. Priklausomai nuo reikalingo šilumos kiekio produkcijos gamybai (52623 MWh/m.) įvertinamas reikalingas biokuro kiekis - 15440 t/m., šilumai (garui) pagaminti per metus. Biokuro sandėlio įrengimas yra svarbus, tam kad sumažintų biokuro drėgnumą (nuo 50 % iki 30 %). Šilumos gamybai deginant sausesnį biokurą, į aplinkos orą išmetama mažiau teršalų.

Siūloma įrengti biokuro sandėlį, šalia biokuro katilinės, tuščiose patalpose, kurios plotas 610 m². Sandėlyje planuojama įrengti judančias grindis, kurios užtikrintų nepertraukiamą, tolygų biokuro tiekimą transporterio pagalba į katilinę. Užtikrinti nepertraukiamai gamybai, sandėlyje bus sukaupiamas biokuras, kurio užteks 5 paroms (~340 m³). Pagal gamybos apimtį, per dieną sudeginama 70 t biokuro t. y. 67 m³. Biokuras vežamas iš Kauno rajono (25 km). Nuvažiuojamas atstumas, vieno važiavimo metu (pirmyn ir atgal) 50 km. Sunkvežimis atveža 38 m³ biokuro. Atsižvelgiant į biokuro tankį (50 % drėgnumo – 1052 kg/m³; 30 % drėgnumo – 750 kg/m³) nustatomas sunkvežimių nuvažiuotas atstumas ir dyzelinio kuro sąnaudos (žr. 10 priedą). Biokuras atvežamas tiesiai į sandėlį ir iškraunamas ant judančių grindų (žr. 10 priedą).

Pasiūlymo aplinkosauginė nauda. Vertinamas biokuro katilinės įdiegimo ir biokuro sandėlio pastatymo efektyvumas bei pasiekiami akivaizdi aplinkosauginė nauda (žr. 14 lentelę):

- sumažinamos emisijos į orą, šiluminės energijos gamybos metu, deginant biokurą: CO – 5,2 t/m., NO_x – 2 t/m., CO₂ – 12050,6 t/m.;
- sumažinamos gamtinių dujų sąnaudos iki 6355,8 tūkst. m³/m.;
- sumažinamos elektros sunaudojimas iki 42,6 MWh/m.
- sumažinami šilumos sunaudojimas iki 4741 MWh/m.;
- sumažinamas biokuro drėgnumas nuo 50% iki 30%;
- padidinamas biokuro kalingumas nuo 8,22 MJ/kg iki 12,52 MJ/kg;

- sumažinamos biokuro sąnaudos iki 8076 t/m.;
- sumažėja emisijų į aplinkos orą – KD iki 15,4 t/m.

14 lentelė. Biokuro katilo įdiegimo aplinkosauginis ir ekonominis įvertinimas

Srautai	Prieš įdiegimą			Po įdiegimo			Sumažėja/padidėja	
	Vnt./m.	Eur/vnt.	Eur./m.	Vnt./m.	Eur/vnt.	Eur./m.	Vnt./m.	Eur/m.
Šiluminės energijos kiekis	58438 MWh			53697 MWh			4741 MWh	
Šiluminės energijos poreikis	52623 MWh			52623 MWh				
Gamtinių dujų sąnaudos	6355,8 tūkst. nm ³	0,41	2605878	-	-	-	6355,8 tūkst. nm ³	260587
Biokuro sąnaudos	-	-	-	3031,9 t _{ne}	145,43	67156	-4617,8 t _{ne}	-67156
Elektros energijos sąnaudos	525900 kWh	0,17	89403	483300 kWh	0,17	82161	42600 kWh	7242
Netiesioginis poveikis aplinkos orui dėl elektros energijos vartojimo (priimant prielaidą, kad deginamos gamtinės dujos reikalingos pagaminti elektrai)								
Gamtinės dujos	63,5 tūkst. nm ³			58,4 tūkst. nm ³			5,1 tūkst. nm ³	
CO	0,5 t			0,4 t			0,1 t	
CO ₂	120,4 t			110,7 t			9,7 t	
NO _x	0,21 t			0,19 t			0,02 t	
Viso:	121,1 t			111,3 t			9,8 t	
Emisijos į aplinkos orą šiluminės energijos gamybos metu:								
CO	53,4 t			48,3 t			5,2 t	
NO _x	21,3 t			19,3 t			2,0 t	
CO ₂	12050,6 t						12050,6 t	
KD				29,3 t			-29,3 t	
Techninio projekto paengimas	-	-	-	-	3 tūkst. EUR	3 tūkst. EUR	3 tūkst. EUR	
Biokuro katilas	-	-	-	-	2,8 mln. EUR	2,8 mln. EUR	280 tūkst. EUR	
Montavimo darbai, paleidimas/derinimas	-	-	-	20 tūkst. EUR			20 tūkst. EUR	

Biokuro sąnaudos pagaminti 52623 MWh/m. šilumai, skaičiavimai pateikiami 11 priede. Apskaičiuotas pagaminamas šilumos kiekis deginant biokurą bei susidarancios išlakos, į aplinkos orą skaičiavimai pateikti 11 priede, rezultatai pateikti 14 lentelėje.

Įvertinamas reikalingo biokuro katilo galingumas pagal reikalinga pagaminti šilumos kiekį ir darbo valandų skaičių per metus 8639 h/m. apskaičiuojamas pagal metodikos 3.4 poskyrio 17 formulę:

$$Q = 536969 / 8639 = 6,2 MW$$

Per valandą reikalinga maksimali šiluma: 6,2 MW. Pagal atliktus skaičiavimus ir įvertinus nuostolius buvo parinkta 6,5 MW biokuro katilas, kurio naudingumo koeficientas 98 %.

Elektros energijos kiekis, reikalingas 58438 MWh/m. šilumos energijos pagaminti skaičiavimai pateikti 11 priede.

Gamtinių dujų sąnaudos ir išlakos į aplinkos orą deginant gamtines dujas pateikti 13 lentelėje. Skaičiavimai pateikti 11 priede.

Šilumos gamybai siūloma naudoti biokurą ir įrengti biokuro sandėlį. Šis pasiūlymas sumažintų biokuro sudeginimo kiekį, drėgnumą ir į aplinkos orą išmetamų teršalų kiekį.

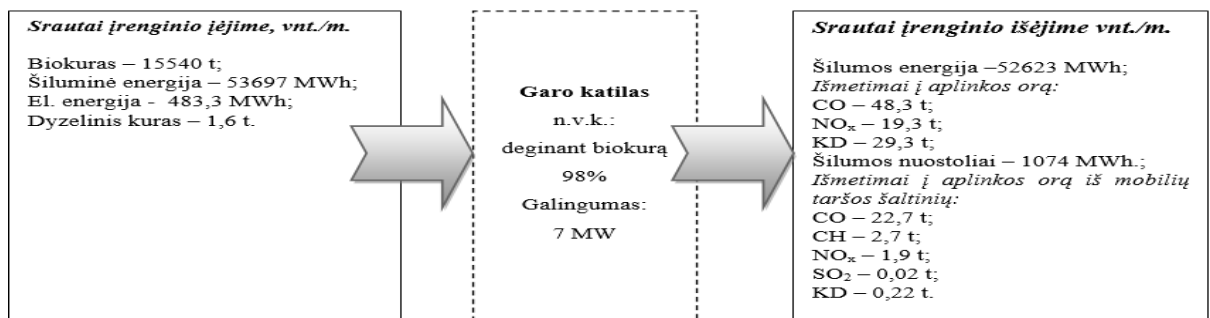
15 lentelė. Biokuro sandėlio įdiegimo aplinkosauginio ir ekonominio vertinimo rezultatai

Srautai	Prieš įdiegimą			Po įdiegimo			Sumažėja/padidėja	
	Vnt./m.	Eur/vnt.	Eur./m.	Vnt./m.	Eur/vnt.	Eur./m.	Vnt./m.	Eur/m.
Šiluminės energijos poreikis	52623 MWh			52623 MWh				
Biokuro drėgnumas	Iki 50 %			Iki 30 %				
Biokuro kaloringumas	8,22 MJ/kg			12,52 MJ/kg				
Biokuro sąnaudos	23516 t			15440 t			8076 t	
Biokuro sąnaudos	4617,8 t _{ne}	145,43	671566,7	3031,9 t _{ne}	145,43	440935	1585,9	230631
Išlankos į aplinkos orą degant kurui:								
CO	48,3 t	-	-	48,3 t	-	-	-	-
NO _x	19,3 t	-	-	19,3 t	-	-	-	-
KD	44,7 t	-	-	29,3 t	-	-	15,4 t	
Nepavojingos degimo produktų atliekos	73 t	32,24	2353,5	17 t	32,24	548,1	56 t	1805,4
Dyzelinų degalų sąnaudos biokurui gabenti	1,68 t	1082,9	1819,3	1,55 t	1082,9	1678,5	0,13	140,8
Išlankos į aplinkos orą iš mobilių taršos šaltinių:								
CO	24,6 t			22,7 t			1,9 t	
CH	2,9 t			2,7 t			0,2 t	
NO _x	2,2 t			1,9 t			0,3 t	
SO ₂	0,02 t			0,02 t			-	
KD	0,24 t			0,22 t			0,02 t	
Techninio projekto paruošimas	-			3 tūkst. EUR			3 tūkst. EUR	
Biokuro sandėlio įranga	-			30 tūkst. EUR			30 tūkst. EUR	
Montavimo darbai, paleidimas/derinimas	-			10 tūkst. EUR			10 tūkst. EUR	

Biokuro sąnaudos pagaminti 52623 MWh/m. šilumai, biokuro energetinė vertė bei susidaranti išlankos į aplinkos orą, pateikiami 12 priede. Išlankų į aplinkos orą iš mobilių taršos šaltinių skaičiavimai taip pat pateikiami 12 priede. Rezultatai pateikiami 15 lentelėje.

Įvertinus susidaranti nepavojingas degimo produktų atliekas bus pastatytas konteineris (10 m³) įvertinus konteineris išvežamas du kartus į savaitę.

Įdiegus pasiūlymą atliekamas biokuro katilinės medžiagų ir energijos balansas.



36 paveikslas. Biokuro katilo medžiagų ir energijos balansas po pasiūlymo

Pasiūlymo finansiniai rodikliai ir ekonominė nauda: Biokuro katilinės įdiegimas ir biokuro sandėlio įrengimas leistų sutaupyti iki 200 tūkst. EUR (žr. 14, 15 lentelę).

Įmonės kaštai sumažėja dėl šių priežasčių:

- Nenaudojant dujinio katilo, sutaupoma gamtinių dujų – 260 tūkst. EUR, o įrengus biokuro sandėlį sutaupoma biokuro iki 23 tūkst. EUR, deginant sausą biokurą sumažėja nepavojingų atliekų susidarymas ir tvarkymas iki 1,8 tūkst. EUR;

Naujo projekto bendros investicijos – 350 tūkst. EUR. Pasiūlymo investicijos susideda iš:

- Danijos gamintojų Justsen Energiteknik A/S siūlomą biokuro katilinę (žr. 13 priedą) su montavimo darbais – 280 tūkst. EUR
- Amerikiečių gamybos BioMass – Heat biokuro sandėlyje naudojamos įrangos įsigijimo ir montavimo darbų – 30 tūkst. EUR.
- Įrenginių montavimo darbai ir paleidimas – derinimas – 36 tūkst. EUR.

Investicijų atsipirkimo trukmė (AT) apskaičiuojama pagal metodikos 3.4 poskyrio 4 formulę:

$$AT = I \cdot S = 350000 / 200673 = 1,7m.$$

Aplinkosauginių indikatorių įvertinimas

Atliekamas siūlomos prevencinės priemonės aplinkosauginio veiksmingumo įvertinimas, atsižvelgiant į nustatytus indikatorius, kurie apskaičiuoti naudojantis metodikos 3.4 dalyje pateiktomis formulėmis 2,3.

Šiluminės energijos nuostoliai MWh, susidarantys šilumos gamybos metu pagaminti 1 t produkcijos buvo MWh.

$$AAI_{prieš} = 5815 / 6226,467 = 0,93$$

$$AAI_{po} = 1074 / 6226,467 = 0,17$$

Biokuro sąnaudos dėl sandėlio įrengimo t/m., kad pagaminti 1 t produkcijos:

$$AAI_{prieš} = 23516 / 6226,467 = 3,78$$

$$AAI_{po} = 15440 / 6226,467 = 2,48$$

4.8.1.4 Ventiliacinės sistemos su šilumos rekuperacija įvertinimas

Identifikuota problema. Įmonėje instaliuota bendroji ištraukiamoji ventiliacinė sistema gamybiniuose cechuose. Oras ištraukiamas iš cheminio baro: filtravimo ir tirpalo ruošimo įrenginių, džiovinimo patalpos ir verpimo baro. Ventiliacinės sistemos elektrinė galia kiekviename bare yra po 23 kW, tai bendra instaliuota galia yra 67,5 kW. Tačiau gamybiniuose patalpose jaučiamas acetono kvapas, o esama vėdinimo sistema neefektyvi, kas sunkina darbuotojų darbo sąlygas. Į aplinkos orą kartu su acetono išlakomis išmetama ir neefektyviai panaudojama patalpose esanti + 23 °C oro šiluma.

Techninis sprendimas. Planuojama įdiegti efektyvesnę oro tiekimo/ištraukimo sistemą naudojantis pramoniniu vėdinimo įrenginiu su rotaciniu šilumokaičiu, kurio pagalba ištraukto oro šilumą panaudoti patalpų apšiltinimui. Ši ventiliacinė sistema padėtų sumažinti elektros energijos naudojimo intensyvumą bei panaudoti išeinančios šilumos energiją, įeinančios oro pašildymui. Tai leistų užtikrinti tinkamą mikroklimatą patalpose. Rotacinio šilumokaičio savybės pateiktos 14 priede.

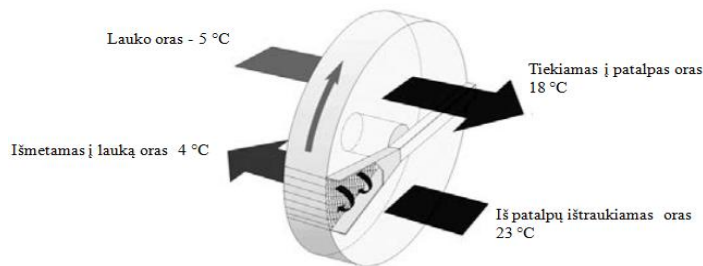
Gamybos patalpų vėdinimo procesui reikalingas grynas oras. Šiam dydžiui apibudinti naudojamas oro apytakos rodiklis n , parodantis kiek kartų per valandą h patalpos oras turi būti pakeistas grynu oru. Norint užtikrinti pakankamą gryno oro kiekį žmonių sveikatai ir geroms darbo sąlygomis palaikyti, pašalinti drėgmės perteklių ore ir jos žalingą poveikį pastato konstrukcijoms rekomenduojama minimali oro apykaita turėtų būti tarp 0,5 ir 1,0 (Šilumos vartotojo vadovas).

Norint pasiekti norimų rezultatų ir atitikti Statybos techninio reglamento reikalavimus, oras patalpose turi pasikeisti iki dviejų kartų (Statybos techninis reglamentas).

16 lentelė. Gamybos patalpų parametrai

Gamybos patalpos	Tūris, m ³	Oro apykaitos rodiklis, 1/h	Našumas, m ³ /h
Cheminiis baras	19945,4	2	39890,9
Verpimo baras	30243,1	2	60486,1
Regeneracijos baras	12199,8	2	24399,5
Bendras sistemos našumas:			124776,5

Iš gamybos patalpų per ventiliacinę sistemą išeinantis šilumos kiekis bei šilumos nuostoliai apskaičiuojami pagal metodikos 3.4 poskyrio 22, 23 formules, skaičiavimai pateikti 14 priede.



37 paveikslas. Rotacinis šilumokaitis

Pagal STR 2.09.02.1998 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“ šilumokaičio efektyvumas yra nusakomas temperatūros efektyvumo koeficientu, kuris išreiškiamas procentais.

Įvertinus rotacinio šilumokaičio efektyvumą pagal šalinamą orą, šiluminės energijos perdavimas, po šilumos mainų apskaičiuojamas pateiktas 14 priede.

Naudojantis rotaciniu šilumokaičiu gali būti sutaupoma iki 218,73 MWh/m.

Rotacinio šilumokaičio efektyvumas apskaičiuojamas pagal metodikos 3.4 poskyrio 25 formulę:

$$l = \frac{18 - (-5)}{23 - (-5)} = 0,82$$

Pagal darbo patalpų pakankamos šiluminės aplinkos ir šiluminio komforto norminius reikalavimus (HN 69:2003 "Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai") skaičiavimuose priimama, kad įeinančio į darbo patalpas oro temperatūra (+18°C), vidutinė lauko oro temperatūra šildymo sezonu (-5°C) priimta pagal STR 2.09.04:2008 9 Priedas, pasirenkant šalčiausio mėnesio vidutinę išorės oro temperatūrą Kauno mieste.

Siūloma pastatyti KOMPAKT firmos vėdinimo įrenginius t. y. rotacinius šilumokaičius KOMPAKT REGO 7000 visose gamybos patalpose: chemini bare, verpimo bare ir regeneracijos bare. Našumas yra 7000

m³/h. Rotacinio šilumokaičio pagalba iš patalpų ištraukiamas šiltas oras nukreipiamas per šilumokaitį, kuriame pašildys į patalpas paduodamą orą. Rekuperatoriuje yra filtrai, kurie sulaiko ir išvalo tiekiamą orą nuo dulkių, žiedadulkių ar kitų nešvarumų. Oras traukiamas naudojantis tiekiamo ir šalinamos oro ventiliatoriais, kurie įmontuoti pačiame rekuperatoriuje. Taip pat yra temperatūriniai jutikliai, kurie matuoja išeinančio ir įeinančio oro temperatūrą. Priklausomai nuo oro pasikeitimo ir našumo įvertinta, kad cheminiame bare turi būti įdiegti 6 vnt. šilumokaičiai, verpimo bare - 9 vnt., regeneracijos bare – 4 vnt. (žr. 14 priedą).

Pasiūlymo aplinkosauginė nauda. Diegiant naują ir modernią ventiliacinę sistemą įmonėje pasiekama akivaizdi aplinkosauginė nauda (žr. 17 lentelę):

- sumažinamos elektros energijos sąnaudos – 63,5 tūkst. kW ;
- sumažinamas šilumos nuotolis iki 218,7 MWh/m.;
- sumažinamas netiesioginis poveikis aplinkos orui – 14,7

17 lentelė. Modernios ventiliacinės sistemos aplinkosauginis ir ekonominis įvertinimas

Srautai	Prieš įdiegimą			Po įdiegimo			Sumažėja/padidėja	
	Vnt./m.	Eur/vnt.	Eur./m.	Vnt./m.	Eur/vnt.	Eur./m.	Vnt./m.	Eur/m.
Elektros energija	408200 kW	0,17	69394	344700 kW	0,17	58599	63500 kW	10795
Netiesioginis poveikis aplinkos orui dėl elektros energijos vartojimo (priimant prielaidą, kad deginamos gamtinės dujos reikalingos pagaminti elektrai)								
Gamtinės dujos	49,3 tūkst. nm ³			41,6 tūkst. nm ³			7,7 tūkst. nm ³	
CO	0,16 t			0,14 t			0,02 t	
CO ₂	93,5 t			78,9 t			14,6 t	
NO _x	0,41 t			0,35 t			0,06 t	
Viso:	94,05 t			79,37 t			14,68 t	
Per ventiliacinę sistemą išeinantis šilumos kiekis	266,6 MWh	25	6665	47,95 MWh	25	1198,75	218,73 MWh	5466,25
Emisijos į aplinkos orą šiluminės energijos gamybos metu (priimant prielaidą, kad deginamos gamtinės dujos, reikalingos pagaminti šilumos kiekį tinkluose)								
Gamtinės dujos	32,2 tūkst. nm ³			5,8 tūkst. nm ³			26,4 tūkst. nm ³	
CO	0,3 t			0,05 t			0,25 t	
CO ₂	61,1 t			11 t			50,1 t	
NO _x	0,1 t			0,02 t			0,08 t	
Viso:	61,5 t			11,1 t			50,4 t	
Rekuperaciniai įrenginiai	-	-	-	19 vnt.	3,5 tūkst. EUR	66,5 tūkst. EUR	-66,5 tūkst. EUR	
Konstruciniai elementai	-	-	-	3,5 tūkst. EUR			-3,5 tūkst. EUR	
Vėdinimo sistemos ortakiai	-	-	-	320 EUR			-320 EUR	
Montavimo darbai, paleidimas/derinimas	-	-	-	6 tūkst. EUR			-6 tūkst. EUR	

Elektros energijos sąnaudos esamoje ištraukimo sistemoje: $(67,5 \text{ kW} \cdot (360 \cdot 24) \text{ h} / \text{m.}) \cdot 70\% = 408,2 \text{ MWh/m.}$

Rotaciniame šilumokaityje įrengti 2 ventiliatoriai (įeinančio ir išeinančio oro) su EC varikliais, kurių kiekvieno galia 1,4 kW. Visose gamybinėse patalpose reikia įdiegti 19 šilumokaičių. Elektros energijos sąnaudos po prevencinės priemonės: $((1,4 \cdot 2) \text{ kW} \cdot 19) \cdot (360 \cdot 24) \text{ h} / \text{m.}) \cdot 75\% = 344,7 \text{ MWh/m.}$

Gamtinių dujų sąnaudos elektros gamybai bei gamtinių dujų kiekis reikalingas 266 MWh/m. ir 47,9 MWh/m. šilumos gamybai, bei išlankos į aplinkos orą skaičiavimai pateikiami 15 priede. Rezultatai pateikiami 16 lentelėje.

Pasiūlymo finansiniai rodikliai ir ekonominė nauda: Modernios ventiliacinės sistemos gamybinėse patalpose įrengimas leistų sutaupyti daugiau kaip 16 tūkst. EUR (žr. 17 lentelę).

Įmonės kaštai sumažėja dėl šių priežasčių:

- Pakeičiant neefektyviai veikiančią ventiliacinę sistemą į naują vėdinimo sistemą sutaupoma elektros energijos – 10,8 tūkst. EUR;
- Modernios ventiliacinės sistemos įdiegimas sumažintų per ventiliacinę sistemą išeinančios šiluminės energijos kiekį iki - 5,5 tūkst. EUR.

Naujo projekto bendros investicijos – 76,3 tūkst. EUR.

Pasiūlymo investicijos susideda iš:

- Lietuvos gamintojų KOMFOVENT siūlomos vėdinimo įrangos, rotacinių šilumokaičių – 66,5 mln. EUR;
- Konstrukcinių elementų – 3,5 tūkst. EUR;
- Vėdinimo sistemos ortakių – 320 EUR;
- Montavimo darbų ir priežiūros – 6 tūkst. EUR.

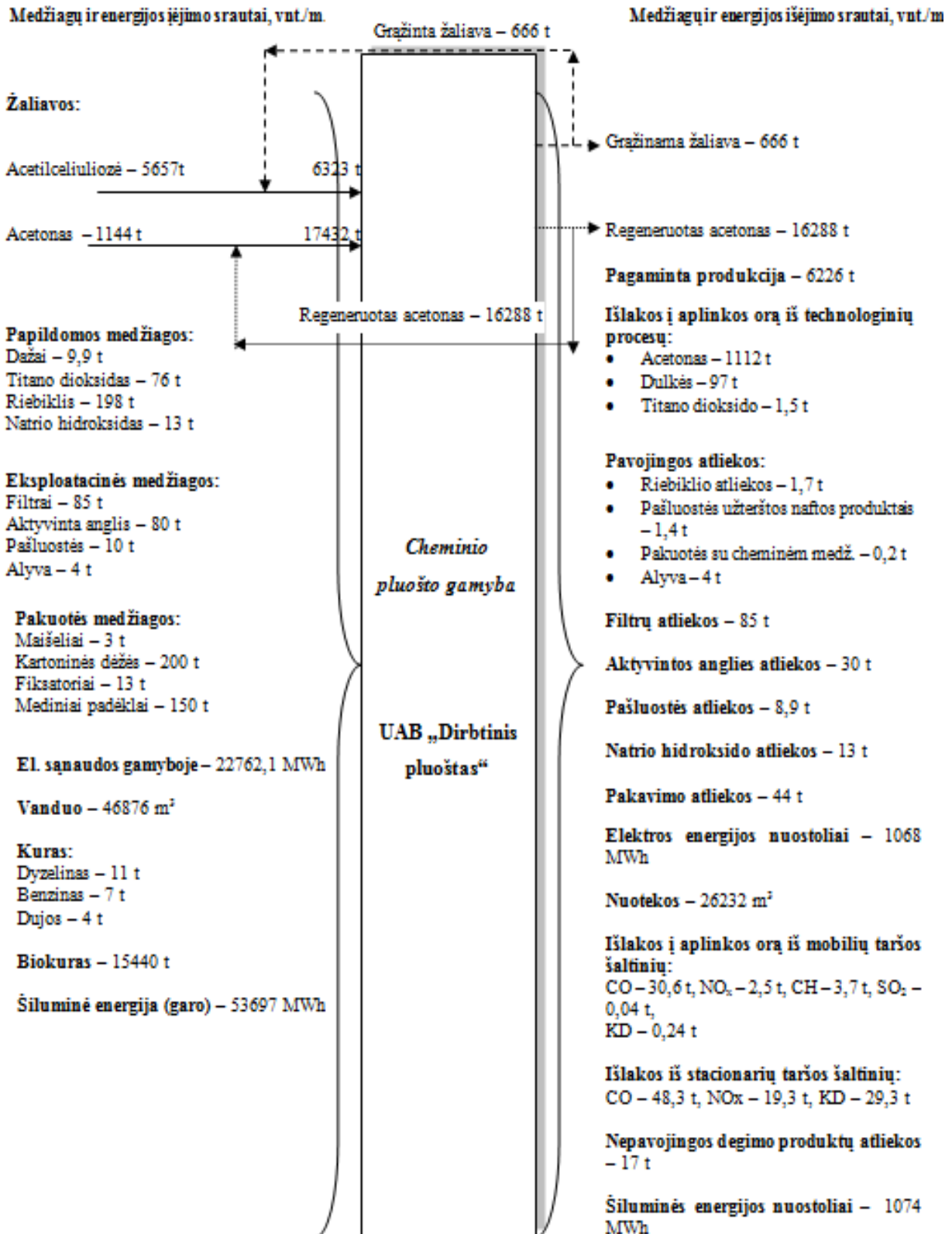
Investicijų atsipirkimo trukmė (AT) apskaičiuojama pagal metodikos 3.4 poskyrio 4 formulę:

$$AT = I \cdot S = 76320 \text{ EUR} / m. / 16261 \text{ EUR} / m. = 4,6m.$$

Šios prevencinės priemonės atsipirkimo trukmė yra ilgiau nei trys metai, tai ekonomiškai nenaudinga.

4.9 Pasiūlymų aplinkosauginis įvertinimas

Cheminio pluošto gamybos įmonėje modernizavus verpimo mašinas, įrengus nuotekų šilumos regeneravimo sistemą tikslu panaudoti nuotekų šilumą patalpų šildymui, biokuro katilinės įdiegimas garo gamybai, atnaujinus ventiliacinę sistemą su šilumos rekuperacija pasiekiamas akivaizdus aplinkosauginis pagerėjimas (žr. 38 paveikslą).



38 paveikslas. Medžiagų ir energijos balansas po pasiūlymų

Analizuojant siūlomus ŠG prevencinius metodus, vertinant ir lyginant poveikį aplinkai prieš ir po pasiūlymų priemonių įdiegimo, sumažėja žaliavų (acetono) sunaudojimas vienai tonai produkcijos pagaminti nuo 299 kg iki 184 kg t. y. apie 38 %. Pagrindinės žaliavų sutaupymo priežastys verpimo įrenginių modernizavimas kas sumažina žaliavų sąnaudas ir išlankas į aplinkos orą. Modernizavus verpimo mašinas

acetono išmetimai į aplinkos orą per bendrą ventiliaciją sumažėja nuo 801 iki 80,1 t. y. 90 %. Tuo pačiu padidėja regeneruojamo acetono kiekis iki 5 %.

Įrengus nuotekų šilumos regeneravimo sistemą, su tikslu panaudoti nuotekų šilumą administracinių patalpų šildymui, yra sumažinamos elektros energijos sąnaudos nuo 375,8 MWh/m. iki 5,1 MWh/m. bei administracinių patalpų šildymo kaštai (sutaupoma 3050 Eur/metus). Taip pat 13% sumažinami šilumos nuostoliai, kurie susidarydavo nuotekų aušinimo metu.

Biokuro katilinės įrengimas įmonėje leistų atsisakyti garo tiekimo iš termofikacinės elektrinės sumažinant gamtinių išteklių naudojimą. Tačiau garo gamybai deginamas biokuras, naudojama elektros energija ir susidaro degimo atliekos, kurias tvarko atliekų tvarkytojai. Siekiant sumažinti biokuro sąnaudas ir deginti sausesnį kurą, įrengtas biokuro sandėlis. Tai leidžia sumažinti biokuro drėgnumą nuo 50 % iki 30 %, padidinti biokuro kaloringumą nuo 8,22 J/kg iki 12,52 J/kg bei sumažinti išlakas į aplinkos orą, biokuro deginimo metu.

Įmonės aplinkosauginiam veiksmingumui įvertinti sudaryta aplinkos apsaugos indikatorių sistema. 18 lentelėje pateikiamas aplinkosauginio veiksmingumo įvertinimas prieš ir po siūlomų priemonių įdiegimo. Aplinkosauginio efektyvumo W_{Faktas} reikšmė parodo, koks pasiektas aplinkosauginis efektyvumas t. y. kuo jis didesnis, tuo pasiekta didesnė aplinkosauginė nauda ir mažinamas poveikis aplinkai.

18 lentelė. Aplinkos apsaugos indikatorių įvertinimo rezultatai

Aplinkosauginis indikatorius	AAI prieš pasiūlymą	AAI po pasiūlymo	W_{Faktas}
Acetono nuostolių sumažinimas t/t produkcijos pagaminti	0,13	0,01	0,12
Acetono žaliavos iš sandėlio sąnaudos t/t produkcijos pagaminti	0,05	0,03	0,02
Šiluminės energijos sumažinimas (nuotekų) MWh/t produkcijos pagaminti	0,16	0,14	0,02
Elektros energijos sąnaudos MWh/t produkcijos vienetai	0,06	0,001	0,059
Šiluminės energijos nuostoliai (biokuro) MWh/t produkcijai pagaminti	0,93	0,17	0,76
Žaliavų (biokuro) sąnaudos t/t produkcijos pagaminti	3,78	2,48	1,3

Įmonėje įdiegus siūlomas prevencines priemones didžiausias aplinkosauginis efektyvumas būtų pasiektas acetono išmetimo į aplinkos orą mažinime (iki 90 %) bei acetono iš sandėlio sunaudojime (iki 62 %). Šiluminės energijos gamybos metu šilumos nuostoliai sumažėtų iki 80 %, tai sumažintų šiluminės energijos poveikį aplinkai – išlakas į aplinkos orą ir kuro sąnaudas (iki 35 %).

4.9.1 Aplinkosauginių kaštų įvertinimas ir palyginimas

Atlikus siūlomų prevencinių priemonių aplinkosauginį įvertinimą ir įvertinus numatoma investicijas, vertinami aplinkosauginiai kaštai bei atliekamas palyginimas.

Analizėje buvo atsižvelgiama į šias aplinkos apsaugos kaštų vertinimo kategorijas: atliekų ir emisijų tvarkymo kaštus, prevenciją ir aplinkos apsaugos vadybą, į gaminių nepatekusių žaliavų įsigijimo vertę. Užpildžius aplinkos apsaugos vadybos kaštų 19 lentelę, nustatytos trys sritys, kurios, generuoja didžiausius aplinkos apsaugos kaštus įmonėje. Didžiausia poveikis yra :aplinkos orui ir klimatui. Šiai aplinkosauginiai problemai buvo skirta 96 % visų įmonės aplinkos apsaugos vadybos kaštų iki pasiūlymų įdiegimo. Įdiegus

pasiūlymą aplinkosauginiai kaštai orui ir klimatui sumažėja 3 procentais ir sudaro 93 % . Mokesčiai už aplinkos taršą sudaro 9,5 %, iš kurių 3,1 % už aplinkos orą. Mokestis už oro ir klimato taršą padidėjo 1,3 % dėl įdiegtų papildomų įrenginių (biokuro katilinės), ir atsiradusio papildomo mokesčio už aplinkos teršimą iš stacionarių taršos šaltinių. Mokesčiai už nuotekas sudaro 6,5 proc. Atliekų tvarkymui skiriama 0,1 % aplinkos apsaugos vadybos kaštų.

19 lentelė. Aplinkos apsaugos kaštai, cheminio pluošto gamyboje po pasiūlymų, %

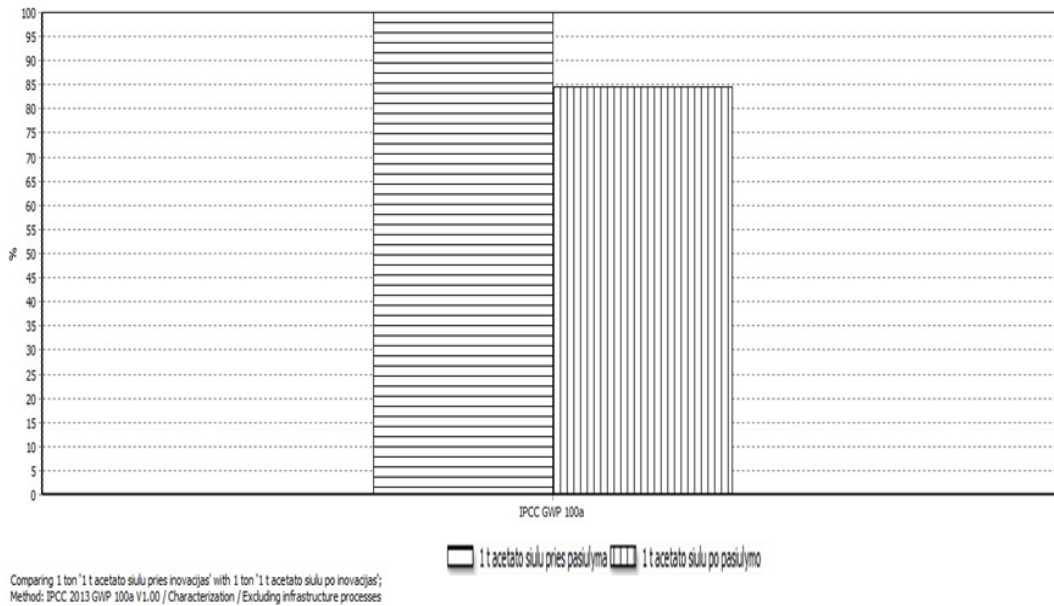
Aplinkos apsaugos sritis	Oras ir klimatas	Nuotekos	Atliekos	Dirvožemis ir gruntinis vanduo	Triukšmas ir vibracija	Kita	Viso
Aplinkos apsaugos kaštų kategorijos							
1. Atliekų ir emisijos tvarkymas							
1.1. Susijusios įrangos amortizacija	8,3		0,0				8,4
1.2. Prižiūra, eksploatacinės medžiagos ir paslaugos	0,3	0,1	0,1				0,4
1.3. Susijęs personalas	0,0		0,0				0,0
1.4. Mokesčiai	3,1	6,5	0,0				9,5
2. Prevencija ir aplinkos apsaugos vadyba	0,1		0,0				0,1
2.1. Išorinės aplinkos apsaugos vadybos paslaugos	0,0		0,0				0,1
2.2. Bendrosios aplinkos apsaugos vadybos veiklos personalas	0,0		0,0				0,0
3. Į gaminį nepatekusių medžiagų įsigijimo vertė	81,6		0,0				81,6
3.1. Žaliavos	25,5						25,5
3.2. Pakuotės medžiagos			0,0				0,0
3.3. Pagalbinės medžiagos	0,7						0,7
3.4. Eksploatacinės medžiagos	0,3						0,3
3.5. Energija	55,0						55,0
Bendrieji aplinkos apsaugos kaštai	93,3	6,6	0,1				100,0

Aplinkos apsaugos vadybos kaštų 19 lentelėje, 1 skyriuje pateikta su aplinkos apsauga susiję įrenginiai ir jų priežiūra, kurie yra skirti oro valymo procesams. Atsižvelgiant į minėtus įrenginius, įmonė UAB “Dirbtinis pluoštas“ savo veikla daro poveikį dvejoms aplinkosauginėms terpėms, tai aplinkos oras ir atliekų susidarymas.

Didžiausias pasikeitimas aplinkosauginių kaštų vertinime pastebimas 3 skyriuje. Į gaminį nepatekusios žaliavos, pagalbinės ir eksploatacinės medžiagos kartu sudaro 81,6 % (žr. 19 lentelę) aplinkos apsaugos vadybos kaštų t. y. 7,5 % mažiau nei prieš inovaciją. Šis sutaupymas yra labai reikšmingas, nes sumažėja žaliavų nuostoliai, išmetimas į aplinkos orą ir papildomos žaliavos sąnaudos. Tuo pačiu sumažinami kaštais už aplinkos teršimą. Į gaminį nepatekusių gaminių įsigijimo srityje pateikiami kaštai susiję su energija. Įvertinus pasiūlymo metu galimą šilumos sutaupymą gamybos metu, nuostolių sumažėjimą, pastebimas akivaizdus energijos kaštu sutaupymas iki 8,3 proc. prieš pasiūlymą sudariusių kaštų.

4.10 Poveikio aplinkai vertinimas ir palyginimas

Naudojantis IPCC 2013 GWP 100 a metodika, buvo įvertintas cheminio pluošto gamybos poveikis globaliniam klimato atšilimui dėl šiltnamio efektą sukeliančių dujų susidarymo (žr. 39 paveikslą).



39 paveikslas. Globalaus klimato atšilimo potencialo dėl šiltnamio efektą sukeliančių dujų susidarymo palyginimas prieš ir po prevencinių priemonių įgyvendinimo (vertinama 1 tona acetatinių siūlų nuo žaliavų išgavimo iki vartų)

Nustatyta, kad įgyvendinus siūlomas prevencines priemones, cheminio pluošto gamyboje, santykinis (procentinis) poveikis aplinkai klimato atšilimo kategorijoje sumažėja iki 16 proc. lyginant situaciją prieš ir po taršos prevencijos priemonių įdiegimą.

20 lentelėje, pateikiamas atskirto srauto poveikis aplinkai (kg CO₂ eq) prieš ir po pasiūlymų įdiegimo. Iš gautų rezultatų matyti, kad cheminio pluošto gamybos metu didžiausias poveikis klimato atšilimui yra dėl elektros energijos sunaudojimo, dalis poveikio priskiriama ir acetono naudojimui.

20 lentelė. Išteklių naudojimo poveikis klimato kaitai

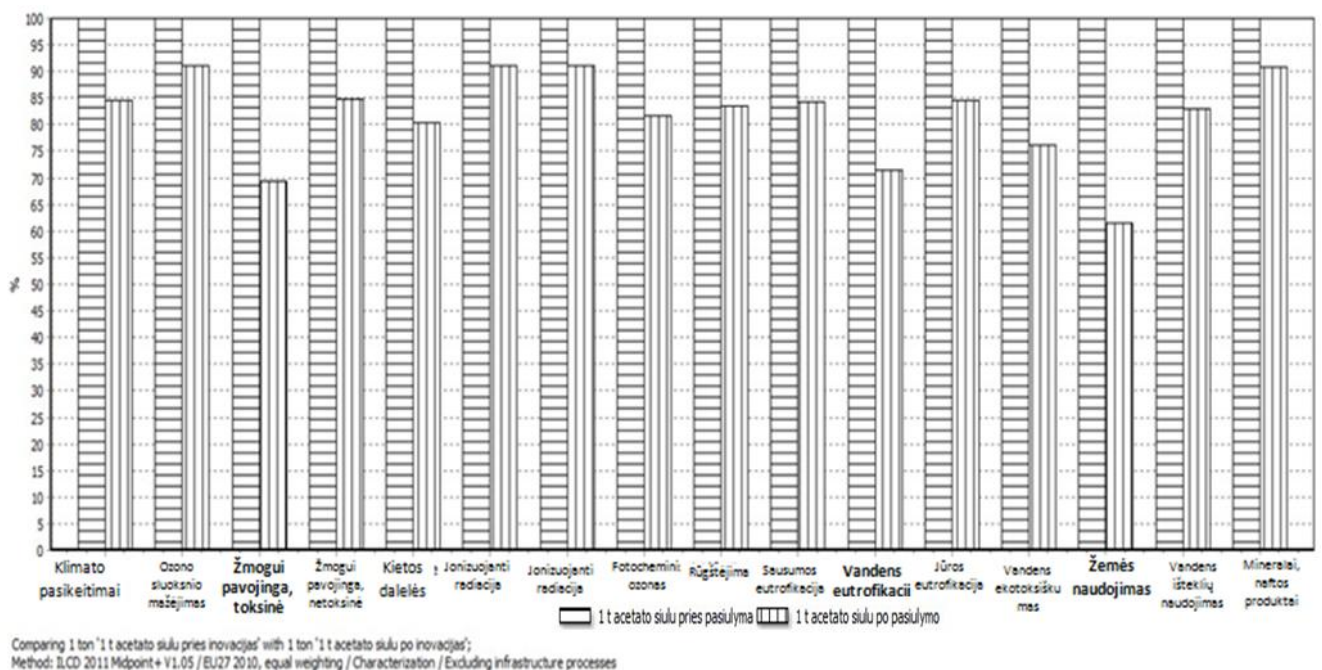
Nr.	Procesas	Duomenų bazė	Vienetai	1 t acetato siūlų prieš pasiūlymus	1 t acetato siūlų po pasiūlymų
	Visi procesai		kg CO ₂ eq	3116,9	2634,0
	Kiti procesai		kg CO ₂ eq	21,0	12,9
1	Elektros energija	ELCD	kg CO ₂ eq	2419,4	2204,0
2	Acetonas	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CO ₂ eq	452,9	279,1
3	Acetonas (EU)	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CO ₂ eq	223,6	137,8

Vertinant atskirai šiltnamio efektą sukeliančių dujų susidarymą (žr. 21 lentelė), akivaizdu, kad didžiausią dalį sudaro anglies dioksido emisijos, tačiau vertinant poveikį, didžiausias sumažėjimas po inovacijos (iki 23 proc.) matomas metano dujų.

21 lentelė. Aplinkos poveikis pagal susidarančias šiltnamio efektą sukeliančias medžiagas

Nr.	Medžiagos	Aplinka	Vienetai	1 t acetato siūlų prieš pasiūlymus	1 t acetato siūlų po pasiūlymų	Pasikeitimas, proc.
	Visos		kg CO2 eq	3116,9	2634,0	-
	Kitos medžiagos		kg CO2 eq	14,6	13,1	-
1	Anglies dioksidas	Oras	kg CO2 eq	2766	2377	15
3	Metanas	Oras	kg CO2 eq	3077	237	23
5	Etanas	Oras	kg CO2 eq	19,4	17,6	9
6	Metanas, trichlorofluoras	Oras	kg CO2 eq	10,2	9,3	9

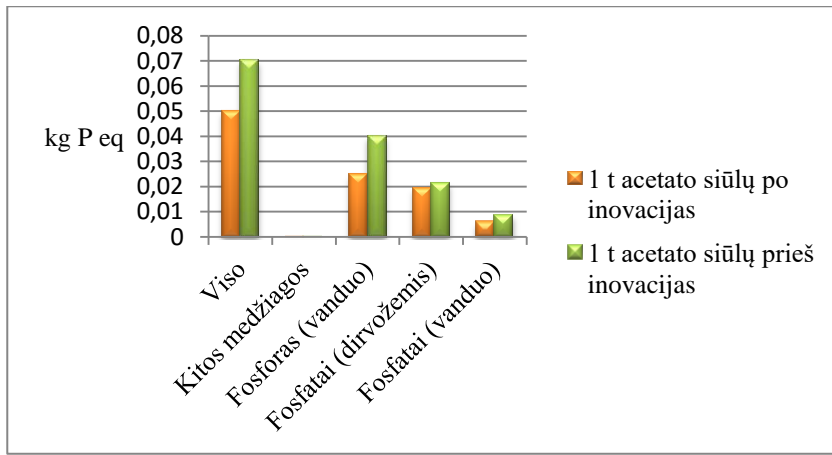
Naudojantis ILCD 2011 Midpoint+ metodu buvo atliktas poveikio aplinkai vertinimas, skirtingoms poveikio aplinkai kategorijoms. Viso šiame metode be klimato atšilimo potencialo kategorijos, analizuojamas poveikis 15 - oje aplinkos kategorijų.



40 paveikslas. Cheminio pluošto poveikis aplinkai skirtingose poveikio aplinkai kategorijose palyginimas (vertinama 1 t acetatinių siūlų, nuo žaliavos išgavimo iki vartų)

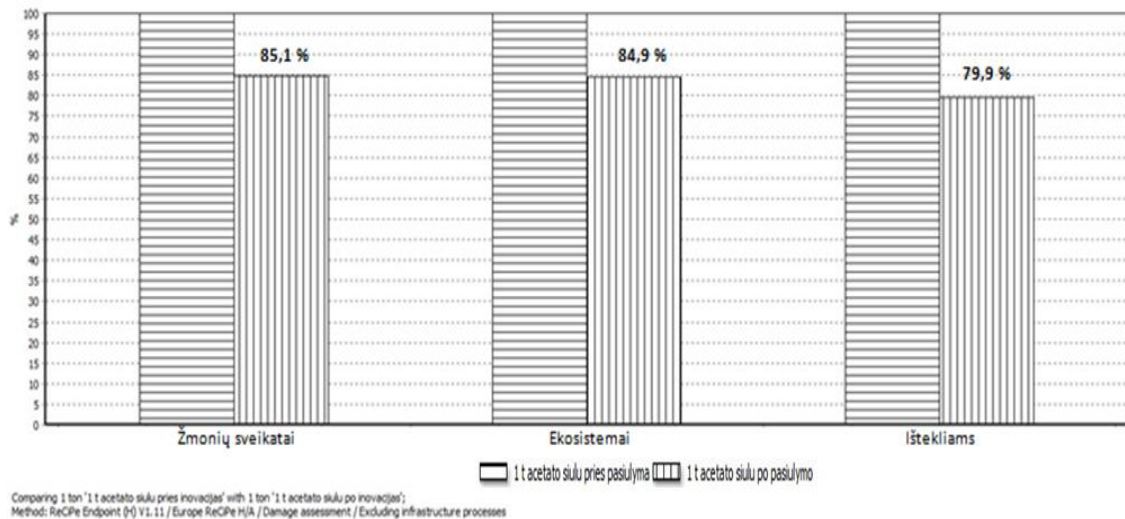
Įvertinimas ir palyginimas atliekamas, remiantis medžiagų ir energijos sunaudojamais kiekiais, gautais prieš ir po taršos prevencijos pasiūlymų. Iš gautų poveikio aplinkai vertinimo ir palyginimo rezultatų matoma, kad įgyvendinus siūlomas prevencines priemones, poveikis aplinkai sumažėtų visose poveikio aplinkai kategorijose, tačiau didžiausias aplinkosauginis veiksmingumas būtų pasiektas vandens Eutrofikacijos (30 proc.), Toksiškumo žmogui (31 proc.) ir Žemės naudojimo (39 proc.) poveikio aplinkai kategorijose.

Svarbu pažymėti, kad poveikio aplinkai sumažėjimas beveik visose poveikio aplinkai kategorijose labiausia priklauso nuo mažesnio energijos suvartojimo įgyvendinus inovacijas, tačiau žymus eutrofikacijos potencialo sumažėjimas siejamas su acetono sąnaudų sumažinimu po pasiūlymų įdiegimo. Nagrinėjant SimaPRO7 programos sugeneruotą - acetono srauto modelį nustatyta, kad mažiau naudojant acetono mažiau išleidžiama į aplinką fosforo ir fosfatų, kurie susidaro acetono gamybos metu.



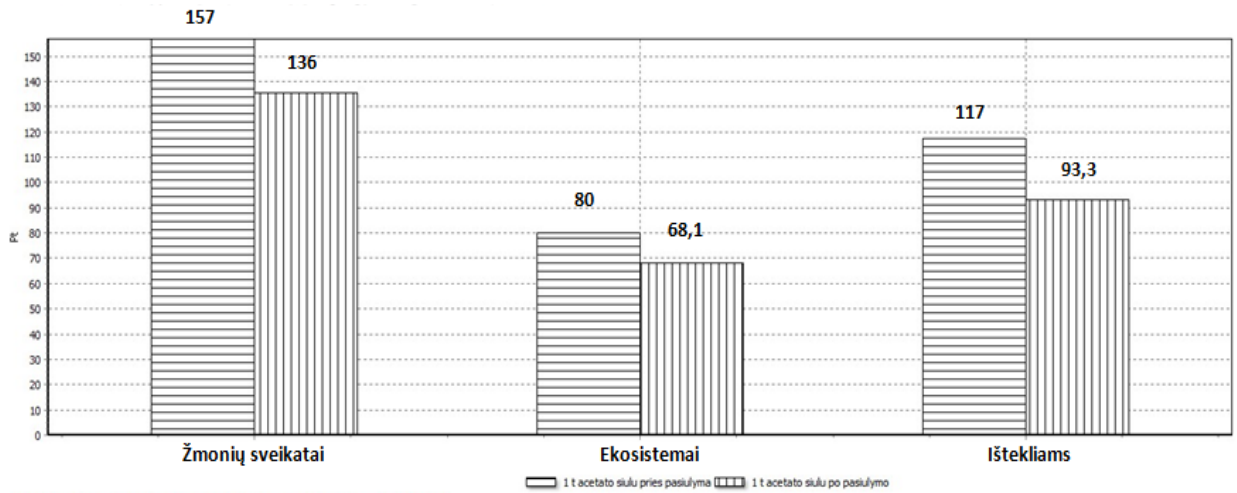
41 paveikslas. Poveikio eutrofikacijai palyginimas

Atliekant poveikio vertinimą ir palyginimą žalos kategorijoms (žmonių sveikatai, ekosistemoms ir ištekliams) buvo naudojama, ReCiPe Endpoint metodu.



42 paveikslas. Poveikio aplinkai žalos kategorijose vertinimas ir palyginimas

Rezultatai parodė, kad poveikis žmogaus sveikatai, kuris išreiškiamas kaip nenugyventas metų skaičius ir kaip negalios metų skaičius sumažėja iki 15 proc. Žala, kuri sąlygoja ekosistemų kokybę, parodo rūšių išnykimą tam tikroje teritorijoje ir per tam tikrą laiko tarpą, įvykdžius prevencinius pasiūlymus sumažėja taip pat 15 proc. Žala ištekliams apibūdinama kaip papildoma energija, kurios reikės išgaunant mineralines medžiagas ir gamtinį kurą ateityje, įvykdžius prevencines priemones ji sumažėja iki 20 proc. Vertinant poveikį žalos kategorijoms buvo apskaičiuoti ir palyginti socialine verte pagrįsti svoriai (žr. 43 paveikslą).



Comparing 1 ton '1 t acetato siūlo prieš pasiūlymą' with 1 ton '1 t acetato siūlo po pasiūlymą';
 Method: ReCIPE Endoint (E) V1.11 (Euroce ReCIPE EIA / Weighting / Excluding infrastructure processes)

43 paveikslas. Žalos vertinimas socialinės vertės svoriais

Žalos aplinkai vertinimas, pagal socialinės vertės pagrįstus svorius yra skirtingai vertinamas atskirose aplinkos poveikio kategorijose. Gauti duomenys rodo, kad poveikis žmonių sveikatai vertinimo metu yra labiausiai vertinamas ir reikšmingas. Tačiau atlikus palyginimą prieš ir po pasiūlymų įdiegimo reikšmingi pasikeitimai įvyko išteklių naudojime ir sumažėjo 23,7 Pt vienetais, poveikis žmonių sveikatai sumažėjo 21 Pt ir ekosistemai sumažėjo 12 Pt. Galima daryti prielaidą, kad siūlomos prevencinės priemonės visose aplinkos kategorijose turi teigiamą potencialą mažinti žalos poveikį aplinkai, o reikšmingiausias pasikeitimas stebimas išteklių sunaudojime.

IŠVADOS

1. Atlikus mokslinės literatūros analizę, galime teigti, kad cheminis pluoštas yra gera alternatyva natūraliems pluoštams, tačiau cheminių pluoštų gamybos metu susiduriama su aplinkosauginėmis problemomis. Tai susieta su žaliavų ir energijos sąnaudomis, susidarančiais nuostoliais ir atliekomis bei organinių junginių išmetimu į aplinkos orą. Cheminio pluošto gamybos procesų optimizavimas ir taršos prevencinių priemonių diegimas gali sumažinti poveikį aplinkai ir žmonių sveikatai. Apibendrinant literatūros analizę, galime daryti išvadą, kad cheminio pluošto gamybos įmonės turi žaliavų ir energijos išteklių taupymo potencialą.
Atlikus cheminio pluošto pramonės statistinių duomenų analizę nustatyta, kad pramonė visame apdirbamosios pramonės sektoriuje užima nedidelę dalį. Pagal chemikalų ir cheminių produktų gamybos įmonių skaičių sudaro 2,7 % visų Lietuvoje veikiančių cheminės pramonės įmonių. Vertinant pagamintą produkcijos kiekį, cheminio pluošto eksportas sudaro 12,5 % viso chemikalų ir cheminės pramonės įmonių eksporto. Vertinant pasaulinę cheminio pluošto gamybą, daugiausiai cheminio pluošto pagaminama ir didžiausią rinkos dalį sudaro Kinijoje pagaminti gaminiai t. y. 65 % viso pasaulyje pagaminamo cheminio pluošto.
2. Pagrindinės aplinkos apsaugos problemos nustatytos pasirinktoje cheminio pluošto įmonėje yra sekančios: didelis žaliavų sunaudojimas, žaliavų praradimas su išlakomis į aplinkos orą, elektros energijos ir šiluminės energijos nuostoliai. Šių problemų atsiradimą sąlygoja kintančios žaliavos ir kokybė, pasenusi ir neefektyvi įranga, netinkama priežiūra.
3. Aplinkosauginėms problemoms spręsti bei išteklių naudojimo efektyvumo gerinimui buvo pasiūlytos 4 švaresnės gamybos prevencinės priemonės. Atlikus įvykdumo analizę, paaiškėjo, kad iš pasiūlymų įdiegimui tinkamos 3 prevencinės priemonės: verpimo mašinų modernizavimas, nuotekų šilumos regeneravimas, biokuro katilinės įdiegimas.
 - Modernizuojant verpimo mašinas galima sutaupyti 38 proc. papildomos acetono žaliavos produkcijos gamybai, sumažinti žaliavos nuostolius iki 90 proc. bei padidinti regeneruojamą žaliavos kiekį 5 proc. Pasiūlymo atsipirkimo trukmė daugiau nei 1 metai.
 - Įdiegus nuotekų šilumos regeneravimo sistemą, rektifikacijos proceso elektros energijos sąnaudos sumažėtų iki 366 MWh/t (t. y. 95 proc.) bei šilumos energijos nuostoliai - iki 632 MWh/m. (25 proc.), o regeneruota šiluma būtų panaudojama administracinių patalpų šildymui. Pasiūlymo atsipirkimo trukmė būtų iki 9 mėn.
 - Biokuro katilinės įrengimas šilumos gamybai sumažintų gamtinių išteklių sunaudojimą bei susidarančius šiluminės energijos nuostolius iki 80 proc. Papildomai įrengtas biokuro sandėlis sumažina biokuro drėgnumą iki 20 proc. bei sunaudojamą deginimui biokuro kiekį iki 34 proc. tam pačiam šilumos kiekiu pagaminti. Pasiūlymo atsipirkimo trukmė 1,7 m.
4. Įmonėje įdiegus siūlomas prevencines priemones didžiausias aplinkosauginis efektyvumas būtų pasiektas acetono išmetimo į aplinkos orą mažinime (iki 90 %) bei acetono iš sandėlio sunaudojime (iki 62 %).

Šiluminės energijos gamybos metu šilumos nuostoliai sumažėtų iki 80 %, tai sumažintų šiluminės energijos poveikį aplinkai – išlakas į aplinkos orą ir kuro sąnaudas (iki 35 %).

5. Didžiausia aplinkosauginių kaštų dalis priskiriama nepatekusių į gaminį medžiagų įsigijimo vertei (89,1 proc.). Įdiegus pasiūlymus nepatekusių į gaminį medžiagų įsigijimo kaštai sumažėja iki 81,6 proc. Tuo tarpu, įdiegus pasiūlymus, aplinkosauginiai kaštai orui ir klimatui sumažėja 3 procentais nuo 96 proc. iki 93 proc. Atlikus poveikio aplinkai įvertinimo palyginimą, nustatyta, kad įdiegus inovacijas būtų sumažintas poveikis aplinkai visose vertintose poveikio aplinkai ir žalos kategorijose, o santykinis (procentinis) poveikis aplinkai globalinio klimato atšilimo kategorijoje sumažėtų iki 16 proc. Nustatyta, kad reikšmingiausią poveikį aplinkai sudaro elektros energijos naudojimas – 84 proc., o žaliavos (acetono) naudojimas sudaro 16 proc. Acetono sąnaudų sumažėjimas reikšmingas eutrofikacijos poveikio kategorijai, kur šis poveikis po pasiūlymų įdiegimo sumažėtų iki 30 proc.

Būvio ciklo poveikio aplinkai vertinimo rezultatai patvirtino ir papildė švaresnės gamybos aplinkosauginių indikatorių rezultatus, iš kurių galime daryti apibendrinamą išvadą, kad įgyvendinus siūlomą prevencinių priemonių rinkinį būtų sumažinamas išteklių intensyvumas ir poveikis aplinkai cheminio pluošto gamyboje.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

AIZENSHTEIN, E. M. Chemical fibres in global and Russian markets 2012. *Fibre Chemistry* [interaktyvus]. Volume 45, Issue 6, pp 329-335, 2014 [žiūrėta 2016-05-01]. Prieiga per: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10692-014-9538-0>.

BACEVIČIUS, Denas, Alvydas ZAGORSKIS. *Acetono valymo iš oro efektyvumo tyrimai, taikant segmentinės konstrukcijos biofiltrą*. Science – Future of Lithuanian [interaktyvus]. 2015 [Žiūrėta 2016-05-06]. ISSN 2029-2341. Prieiga per: <http://www.mla.vgtu.lt/index.php/mla/article/view/813>.

BALTRĖNAS, Pranas, Donatas BUTKUS, Vytautas Oškinis ir kt. *Aplinkos apsauga: vadovėlis* [interaktyvus]. Vilnius: Technika, 2008 [žiūrėta 2016-05-05]. ISBN 978-9955-28-365-2. Prieiga per: <http://www.ebooks.vgtu.lt/reader/aplinkos-apsauga/123>.

BALTUŠNIKAITĖ, Julija, Arvydas, VITKAUSKAS. Tekstilės medžiagų bandymai: mokomoji knyga. Kaunas, 2012 [žiūrėta 2016-03-17].

CLOIREC, Pierre Le. Adsorption onto Activated Carbon Fiber Cloth and Electrothermal Desorption of Volatile Organic Compound (VOCs): A Specific Review. *ScienceDirect* [interaktyvus]. 2012, 20(3) 461-468 [žiūrėta 2016-05-04]. Prieiga per: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1004954111602073>.

DE ARAUJO, M. Natural and man – made fibres: Physical and mechanical properties-1. In: *Fibrous and composite materials for civil engineering applications, Chapter 1, pp.3-28*. ScienceDirect (Elsevier B.V.). ISBN: 978-1-84569-558-3 ; ISBN: 978-0-85709-252-6.

DINGEMANSA, M., J, DEWULF, el.al. Mass transfer characteristics for VOC permeation through flat sheet porous and composite membranes: The impact of the different membrane layers on the overall membrane resistance, *ScienceDirect* [interaktyvus]. 2008 [žiūrėta 2016-05-06]. Prieiga per: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0376738808004894>.

ENERGIJOS VARTOJIMO AUDIRTO PRAMONĖS ĮMONĖSE VADOVAS. PHARE Projektas LT01.04.01. Energijos efektyvumo priemonėje gerinimas [interaktyvus]. 2004 [žiūrėta 2016-05-10]. Prieiga per: <http://acetateweb.com/technical-info/>.

FIGUEIREDO, M., C., B., Morsyleide de Freitas ROSA, Cássia, Maria Lie UGAYA, GODEMANN J., G., MICHELSEN. *Sustainability communication: Interdisciplinary Perspectives and Theoretical Foundation* [interaktyvus]. 2011 [žiūrėta 2016-05-07]. ISBN 978-94-007-1697-1. Prieiga per: http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-94-007-1697-1_1.

HAULE, L. V., C. M. CARR, M. RIGOUT. *Preparation and physical properties of regenerated cellulose fibres from cotton waste garments*. Science Direct, Journal of Cleaner Production [interaktyvus]. 2016, 112 4445-4451 [žiūrėta 2016-04-16]. Prieiga per: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615011774>

JASCH, Christine, Žaneta, STASIŠKIENĖ. *From Environmental management accounting to sustainability management accounting*. Environmental Research, Engineering and Management [interaktyvus]. 2005, p77-88 [žiūrėta 2016-05-10]. ISSN: 1392-1649. Prieiga per: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=30aa5850-f422-4dde-90a4-a66c6be4a4ec%40sessionmgr4002&vid=0&hid=4204&bdata=JnNpdGU9ZWwhvc3QtG12ZQ%3d%3d#AN=20884655&db=8gh>.

JINGHUAN, Chen, Jiken XU, Kun WANG, Xuefei CAO, and Runcang SUN. Cellulose acetate fibers prepared from different raw materials with rapid synthesis method. Science Direct, *Carbohydrate Polymers* [interaktyvus]. 2016, 137 685-692 [žiūrėta 2016-04-16]. Prieiga per: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861715011248>.

JOGUNOLA, O., Valeria ETA, Mattias HEDENSTROM, Ola SUNDAM, Tapio SALMI and Jyri-Pekka MIKKOLA. Ionic liquid mediated technology for synthesis of cellulose acetates using different co-solvents. *Science Direct, Carbohydrate polymers* [interaktyvus]. 2016, 341-348 [žiūrėta 2016-04-09]. Prieiga per: www.elsevier.com/locate/carbpol.

KAZAKEVIČIŪTĖ, Gailutė. Tekstilės medžiagų aplinkosauginiai aspektai: papildoma mokomoji medžiaga [interaktyvus]. Kaunas, 2012 [žiūrėta 2016-03-14]. Prieiga per: <https://www.ebooks.ktu.lt/eb/418/tekstiles-medziagu-aplinkosauginiai-aspektai/>.

MOŽONIENĖ, Edita, Joana, BANDORAITIENĖ. Pluoštai: mokomoji knyga [interaktyvus]. Kaunas, 2008 [žiūrėta 2016-03-13]. Prieiga per: <https://www.ebooks.ktu.lt/eb/484/pluostai/>.

NADZEIKIENĖ, Jūratė. *Aplinkos apsaugos inžinerija: mokomoji knyga* [interaktyvus]. Kaunas: Akademija 2012 [žiūrėta 2015-05-06]. ISBN 978-609-449-017-0. Prieiga per: <http://dspace.lzuu.lt/bitstream/1/2008/1/Aplinkos%20apsaugos%20inžinerija.pdf>.

POCIENĖ, R., R., ŽEMAITAITIENĖ ir A., VITKAUSKAS. Mechanical Properties and a Physical-Chemical Analysis of Acetate Yarns. *MATERIALS SCIENCE* [interaktyvus]. 2004 Vol. 10, No. 1 [Žiūrėta 2016-05-01]. Prieiga per: <http://internet.ktu.lt/lt/mokslas/zurnalai/medz/pdf/medz0-76/16%20Pocienes%2075-79.pdf>.

RAGAIŠIENĖ, Audronė, Gitana, LAURECKIENĖ. Naujos technologijos verpimo paruošimo procesuose: mokomoji knyga [interaktyvus]. Kaunas, 2011 [žiūrėta 2016-03-12]. Prieiga per: <https://www.ebooks.ktu.lt/eb/870/naujos-technologijos-verpimo-paruosimo-procesuose/>.

RODER, Thomas, Johann, MOOSBAUER, Kateryna, WOSS, Sandra, SCHLADER and Gregor KRAF. Man-Made Cellulose Fibres – a Comparison Based on Morphology and Mechanical Properties. *Lenzinger Berichte* [interaktyvus]. 2013, 91 [žiūrėta 2016-05-01]. Prieiga per: http://www.lenzing.com/fileadmin/template/pdf/konzern/lenzinger_berichte/ausgabe_91_2013/Paper_02_Roeder_et_al.pdf.

Sá Moreira de Souza FILHO, Ana, BRAID and Luiz MELO. Life cycle assessment of cellulose nanowhiskers. *Science Direct* [interaktyvus]. *Journal of Cleaner Production* 2012, 35, 130-139 [žiūrėta 2016-05-04]. Prieiga per: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652612002569>.

SHEN, L., Martin. K. PATEL. Life cycle assessment of man-made cellulose fibres. *Lenzinger Berichte* [interaktyvus]. 2010 88 (2010) 1-59 [žiūrėta 2016-04-29]. Prieiga per: <http://dspace.library.uu.nl/handle/1874/203542>.

SINCLAIR, Rose. Textile fibers and their properties: What is a textile fiber. In: *Textiles and fashion: materials, design and technology, A volume in Woodhead Publishing Series int Textiles 2015*, Pages 3-27, Cambridge: Woodhead Publishing, 2014. ISBN: 9781845699314.

SON, H.K., S., SIVAKUMAR, M., J., ROOD and B.J. KIM. Electrothermal adsorption and desorption of volatile organic compounds on activated carbon fiber cloth. *ScienceDirect* [interaktyvus]. 2016 [Žiūrėta 2016-05-04]. Prieiga per: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389415300327>.

STANIŠKIS, Kazimieras Jurgis, Žaneta STASIŠKIENĖ, Irina KLIPOVA, ir Visvaldas VARŽINSKAS. *Darniosios inovacijos Lietuvos pramonėje: kūrimas ir diegimas, mokslo monografija*. Kaunas: Technologija, 2010. ISBN 978-9955-25-815-5.

STANIŠKIS, Kazimieras Jurgis, Žaneta STASIŠKIENĖ, Irina KLIPOVA, ir Visvaldas VARŽINSKAS. *Subalansuota pramonės plėtros strategija: teorija ir praktika, mokslo monografija*. Kaunas: Technologija, 2004.

VITKAUSKAS, Arvydas. Tekstilės medžiagų bandymai: mokomoji knyga [interaktyvus]. Kaunas, 2007 [žiūrėta 2016-03-13]. Prieiga per: https://www.ebooks.ktu.lt/eb/364/tekstiles_medziagu_bandymai_1_dalis_bendrieji_ir_pluostu_bandymai/.

Internetiniai šaltiniai

- Acetatinių siūlų savybės. Rieter internetinė svetainė. [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-05-17]. Prieiga per: <http://www.rieter.com/cz/rikipedia/articles/processing-of-man-made-fibres/processing-of-man-made-staple-fibres-in-spinning-mill/general-problems/environmental-conditions/general-conditions/>
- Aplinkos apsaugos agentūra. Cheminės medžiagos [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-05-16]. Prieiga per: <http://chemija.gamta.lt/cms/index?rubricId=ac038b20-2c95-40c9-8733-20e67e246acc>.
- Aplinkosaugos aspektų nustatymo ir jų reikšmingumo vertinimo vadovas [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2016-05-07]. Prieiga per: http://gamta.lt/files/EMAS_Aplinkosaugos_aspektu_nustatymas_ir_ju_reiksmingumo_vertinimas.pdf.
- Biokuro katilinės įrangos internetinė parduotuvė [interaktyvi]. 2016 [žiūrėta 2016-05-15]. Prieiga per: <http://newheat.lt/lt/justsen>.
- Biokuro sandėlio įrengimo įranga. Katalogas [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-05-15]. Prieiga per: <http://biomass.newhorizoncorp.com/products/hydraulic-live-floor-sawdust-feeding-system/>.
- Europos cheminio pluošto asociacija. Statistiniai duomenys [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2016-05-01]. Prieiga per: <http://www.cirfs.org/KeyStatistics.aspx>.
- Europos komisijos ataskaita. Lietuvos vidaus paklausa, ekonomikos lygis [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2016-05-02]. Prieiga per: http://ec.europa.eu/economy_finance/eu/forecasts/2015_spring/lt_en.pdf.
- Europos Sąjunga politika. Veiksmų ir pasiūlymų rinkinys (COM (2008)0397) [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2016-05-01]. Prieiga per: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0397:FIN:en:PDF>.
- Europos Sąjungos teises aktas. Komisijos komunikatas. 2014–2020 m. Valstybės pagalbos aplinkos apsaugai ir energetikai gairės [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2016-05-02]. Prieiga per: [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX%3A52014XC0628\(01\)](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX%3A52014XC0628(01)).
- Informacinio dokumento apie geriausius prieinamus gamybos būdus polimerų gamyboje. Anotacija. Parengta pagal: European Commission. Reference Document on Best Available Techniques in the Production of Polymers 2007 [interaktyvus]. 2007 [žiūrėta 2016-05-05]. Prieiga per: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/pol_bref_0807.pdf.
- Lietuvos bankas. Lietuvos ekonomikos apžvalga [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2016-05-01]. Prieiga per: https://www.lb.lt/lietuvos_ekonomikos_apzvalga_1.
- Lietuvos dujos. Dujų kainų sąrašas [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-05-15]. Prieiga per: <http://www.ldtiekimas.lt/dujos-namams/duju-kainos/>.
- Lietuvos statistikos departamentas. Rodiklių duomenų bazė [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-05-02]. Prieiga per: <http://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize1>.
- Nuotekų siurblinės ir jų įranga [interaktyvi]. 2016 [žiūrėta 2016-05-15]. Prieiga per: <http://www.picatech.ch/global/huber-report/ablage-berichte/energy-from-wastewater/energy-from-wastewater-the-huber-rowin-heat-exchanger-is-becoming-increasingly-popular.html?popup=1>.
- Pasaulinė Acetatinių Gaminų Asociacija. Ataskaita. Aplinkai mažiau pavojingų medžiagų gaminimas iš acetilceliuliozės polimerų [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-04-08 d.]. Prieiga per: http://acetateweb.com/wp-content/uploads/2014/06/Att.10_GAMA-article-prf1.pdf.
- Saugos problemos laboratorijose taisyklės [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-05-17]. Prieiga per: http://www.fbml.ff.vu.lt/sites/default/files/I_knyga_-_3_skyrius_-_Saugos_problemos_laboratorijose_0.pdf

Šalčiausio mėnesio vidutinę išorės oro temperatūrą Kauno mieste, statistika [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2016-05-15]. Prieiga per: <http://www.e-plans.eu/files/Main/old/STR2-09-04-2008Pr09.pdf>.

Valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-05-15]. Prieiga per: <http://www.regula.lt/siluma/Puslapiai/kuro-ir-perkamos-silumos-kainos/vidutine-salies-kuro-zaliavos-kaina.aspx>.

Teisės aktai

EUROPOS SAJUNGOS TARYBOS DIREKTYVA. *Europos Sąjungos ir Tarybos sprendimas dėl cheminių medžiagų registracijos, įvertinimo, autorizacijos ir apribojimų (REACH): 2006 m. gruodžio 18 d. (EB) Nr. 1907/2006* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-03-25]. Prieiga per: <http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:L:2007:136:SOM:LT:HTML>.

EUROPOS SAJUNGOS TARYBOS DIREKTYVA. *Europos Sąjungos sprendimas dėl tam tikrų veiklos rūšių ir tam tikrų įrenginių lakiųjų organinių junginių, susidarantių naudojant organinius tirpiklius, emisijų apribojimo: 1999 m. kovo 11 d. Nr. 1999/13/EB* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-03-25]. Prieiga per: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999L0013&from=LT>.

LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas dėl lakiųjų organinių junginių, susidarantių naudojant tirpiklius tam tikrų veiklos rūšių įrenginiuose, emisijos ribojimo tvarkos patvirtinimo: 2002 m. gruodžio 5 d. Nr. 620* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-03-25]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.3449AA78250D>.

LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas dėl teršiančių medžiagų, išmetamų į atmosferą iš vidaus degimo varikliais, vertinimo metodikos patvirtinimo: 1998 m. liepos 13 d. Nr. 125* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-03-20]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.2DA942FA6CFD>.

LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas dėl cheminių medžiagų ir preparatų apskaitos tvarkos aprašo patvirtinimo: 2008 m. liepos 2 d. Nr. D1-360* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-03-22]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.61E549C2B110/TNYIVSuQxW>.

LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *Lietuvos Respublikos atliekų tvarkymo taisyklės: 1999 m. liepos 14 d. Nr. 217* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-03-20]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.38E37AB6E8E6>.

LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas dėl taršos integruotos prevencijos ir kontrolės leidimų išdavimo, pakeitimo ir galiojimo panaikinimo taisyklių patvirtinimo: 2013 m. liepos 15 d. Nr. D1-528* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-03-20]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.8F44C64C509B/mlcNpnUcBS>.

LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas dėl nuotekų tvarkymo reglamento patvirtinimo: 2014 m. balandžio 8 d. Nr. D1-335* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-03-20]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/legalAct.html?documentId=2f4f5e30c08911e38c43fee5c144a67d>.

LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas dėl vandens naudojimo ir nuotekų tvarkymo apskaitos tvarkos aprašo patvirtinimo: 2012 m. gruodžio 28 d. Nr. D11120* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-03-29]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.83620262D6A8>.

LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas: Dėl 2014–2020 metų Europos Sąjungos fondų investicijų veiksmų programos“ 2016 m. vasario 23 d. Nr. D1-132* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-05-27]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/legalAct.html?documentId=0710b4d0dafb11e583a295d9366c7ab3>.

LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas dėl aplinkos oro užterštumo sieros dioksidu, azoto dioksidu, azoto oksidais, benzenu, anglies monoksidu, švinu, kietosiomis dalelėmis ir ozonu normų patvirtinimo: 2001 m. gruodžio 11 d. Nr. 591/640* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-04-20]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.ED13284EBC72/bgEGrNkijh> .

LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos įstatymas: 1992 sausio 30 d. Nr. I-2223* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-04-21]. Prieiga per: http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=328948.

LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Lietuvos Respublikos aplinkos monitoringo įstatymas: 1997 m. lapkričio 20 d. Nr. VIII-529* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-02-29]. Prieiga per: https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.1A98CE535B1C/TAIS_276158 .

LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Lietuvos Respublikos aplinkos oro apsaugos įstatymas: 1999 m. lapkričio 4 d. Nr. VIII-1392* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-04-12]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.9A844F180551> .

LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Lietuvos Respublikos atliekų tvarkymo įstatymas: 1998 m. birželio 16 d. Nr. VIII-787* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-04-01]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.8D38517814F1/laFeSZJunI> .

LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Lietuvos Respublikos mokesčio už aplinkos teršimą įstatymas: 1999 m. gegužės 13 d. Nr. VIII-1183* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-03-26]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.FFF9AE9162EE/WWvqXJEagM> .

LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Lietuvos Respublikos pakuočių ir pakuočių atliekų tvarkymo įsakymas: 2001 m. rugsėjo 25 d. Nr. IX-517* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-03-20]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.9D1ADB9E1518/ojfqwBOXwA> .

LIETUVOS RESPUBLIKOS SVEIKATOS APSAUGOS MINISTERIJA. *Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas: Dėl Lietuvos higienos normos HN 69:2003 „Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai“ patvirtinimo 2003 m. gruodžio 24 d. Nr. V-770* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-05-15]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/legalAct.html?documentId=TAR.39061F53794A>

LIETUVOS RESPUBLIKOS VYRIAUSYBĖ. *Lietuvos Respublikos nutarimas dėl valstybinio strateginio atliekų tvarkymo plano patvirtinimo: 2014 m. balandžio 16 d. Nr. 366* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-03-28]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/d833b6d0cfa811e3a8ded1a0f5aff0a9> .

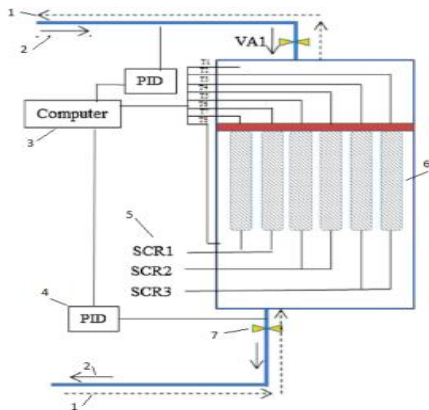
LIETUVOS RESPUBLIKOS VYRIAUSYBĖ. *Lietuvos Respublikos nutarimas dėl Nacionalinio darnaus vystymosi strategijos patvirtinimo ir įgyvendinimo: 2003 m. rugsėjo 11 d. Nr. 1160* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-03-25]. Prieiga per: https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.EAC62D7F8C15/TAIS_396083 .

Statybos techninis reglamentas. *Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas: Dėl Statybos techninio reglamento STR 2.09.02:2005 „Šildomas, vėdinamas ir oro kondicionavimas“ patvirtinimo* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-05-15]. Prieiga per: http://www3.lrs.lt/pls/inter2/dokpaieska.showdoc_l?p_id=257930

VALSTYBINĖS KAINŲ IR ENERGETIKOS KONTROLĖS KOMISIJA. *Nutarimas: Dėl šilumos supirkimo iš nepriklausomų šilumos gamintojų tvarkos ir sąlygų aprašo patvirtinimo 2010 m. spalio 4 d. Nr. O3-202* [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-05-05]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.A37C2263838C/qCQgCxIhFq>

PRIEDAI

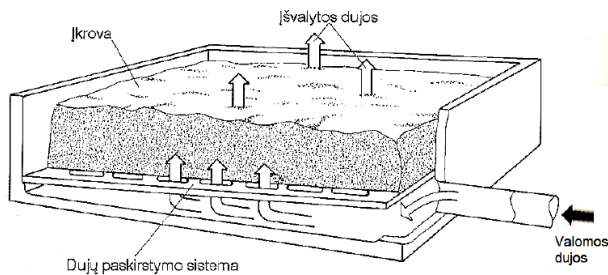
Elektrostatinė regeneracija



1. Dujų srautas į desorbciją;
2. Dujų srautas į adsorbciją;
3. Kompiuterinis valdymas;
4. Fotojonizacijos detektoriai
5. Elektros jungtys;
6. Aktyvintos anglies kapsulės;
7. Oro siurbliai;

1 paveikslas. Elektrostatinis filtras

Biofiltrų inovacija



2 paveikslas. Biofiltras

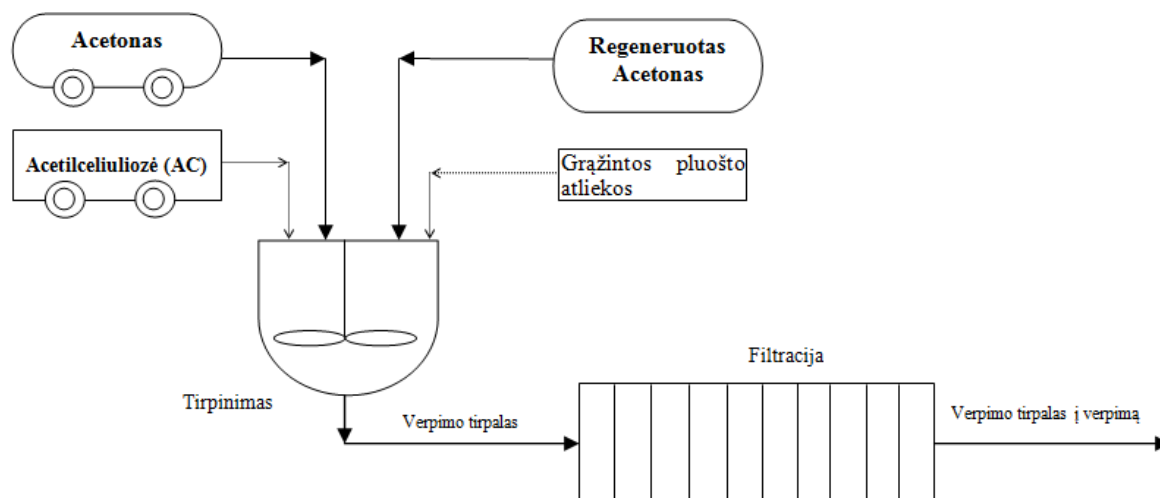
Biofiltras užpildytas įkrova visame plote vienodu storių. Išvalytos dujos tiesiogiai išleidžiamos į aplinką.

Cheminio pluošto gamybos technologinių procesai

Acetilceliuliozės ruošimas verpimo tirpalui gaminti. Acetatinių siūlų gamybos pagrindinė žaliava – acetilceliuliozė (AC). Autotransportu acetilceliuliozė į įmonės sandėlius tiekama drėgmės nepraleidžiančiuose maišuose. Vienu metu, priklausomai nuo gamybos apimčių, sandėliuojamos žaliavos kiekis gali būti 22 – 45 tonos. Kiekviena AC siunta privalo turėti kokybės sertifikatą, kuriame nurodomi žaliavos (AC) kokybės rodikliai ir normatyvų reikalavimai. Žaliavos siuntų kokybės rodikliai yra ne vienodi. Siekiant užtikrinti vienodos kokybės verpimo tirpalą, yra įrengti maišymo bokštai, kuriuose AC žaliava suvienodinama permaišant.

Verpimo tirpalo gamyba. Tirpalo gamyba pradedama nuo acetilceliuliozės paruošimo. Ji ruošama cheminio skyriaus acetilceliuliozės sandėlyje. Žaliava supilama į priėmimo bunkerį. Pylimo metu susidaręs dulkėtas oras yra valomas rankoviniu filtru „FVK – 30“. Cheminio baro skyriuje, esančiuose tirpintuvuose, vyksta acetilceliuliozės tirpinimo procesas acetone. Tirpinimo zonoje yra 14 tirpintuvų su mentiniais maišikliais ir pakrovimo angomis. Gaminant verpimo tirpalą naudojama ne tik AC, tirpiklis, bet ir gražinta žaliava, t.y.

verpimo tirpalo ir siūlų atliekos, siūlų galai, sūleliai. Gautas verpimo tirpalas tris kartus filtruojamas per filtravimo paketus, esančius rėminiuose filtravimo presuose (žr. 3 paveikslą).

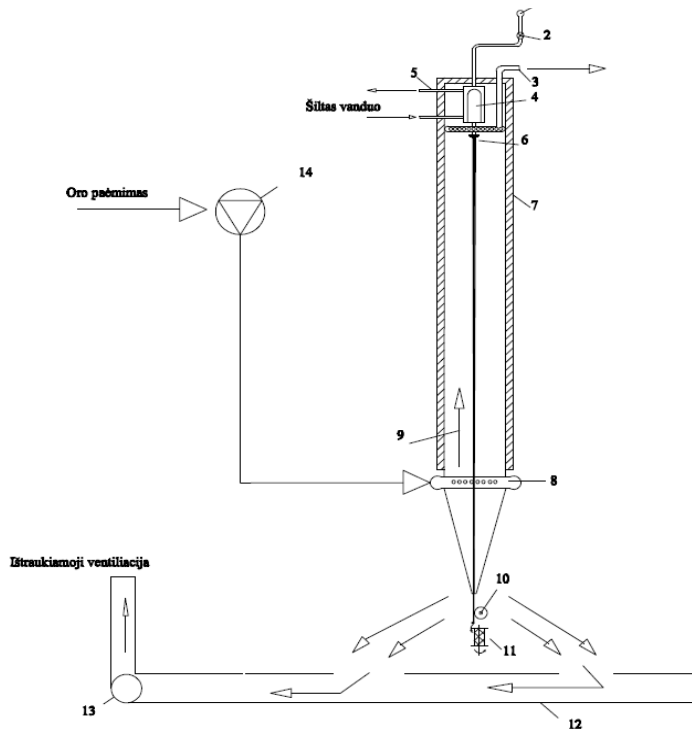


3 paveikslas. Verpimo tirpalo gamyba

Šaltinis: UAB „Dirbtinis pluoštas“ duomenys

Filtro presai sudaryti iš korpuso, filtravimo plokščių, rėmų, tirpalo įleidimo ir išleidimo atvamzdžių bei preso. Tirpalo filtravimo paketai, sudaryti iš kelių skirtingo poringumo medžiagų: medvilninio audinio, neaustinės medžiagos ir gofruoto (krepuoto) filtravimo popieriaus. Filtravimo tikslas – pašalinti iš verpimo tirpalo kietas, netirpias daleles (rūdis, smėlį) ir plaušelius bei netirpias, išbrinkusias celiuliozės prigimties daleles – gelius. Šios priemaišos gali užkimšti filjerių kiaurymes siūlų verpimo metu, lemti siūlų trūkinėjimą ir bloginti jų kokybę. Filtravimo procese susidaro acetono nuostoliai keičiant filtrus.

Siūlų formavimas (verpimas). Verpimo bare acetatiniai siūlai verpiami (formuojami) sausuoju būdu, eksploatuojant „PA-240-I“ markės verpimo mašinas (64 vnt.). Verpiant blizgančius, matinius ir mase dažytus siūlus, verpimo tirpalas, pagamintas cheminiame skyriuje, siurblių pagalba tiekiamas vamzdžiais į verpimo mašinas. Tirpalas, į verpimo šachtą, dozuojamas per krumpliaratorinį siurblį. Verpimo tirpalas pratekėjęs per pirštinius filtrus, pašildomas (70 – 74 °C) vandeniu. Siūlų formavimui naudojamos filjerės su atitinkamo dydžio skilutėmis, per kurias pratekėjęs verpimo tirpalas formuojamas į sroveles, kurios krenta į verpimo mašinos šachtą, išgarinamas tirpiklis, o iš acetilceliuliozės susiformuoja siūlų gijos. Iš verpimo baro patalpos siurbiamas oras, kuris filtruojamas, šildomas kaloriferyje ir vidiniu ortakiu pučiamas į verpimo šachtą, tirpiklio išgarinimui. Verpimo šachtose susidarantis acetono garų ir oro mišinys (GOM) per atvamzdį ir GOM ortakį nutraukiamas acetono regeneracijai (žr. 4 paveikslą).



4 paveikslas. Siūlų verpimo procesas

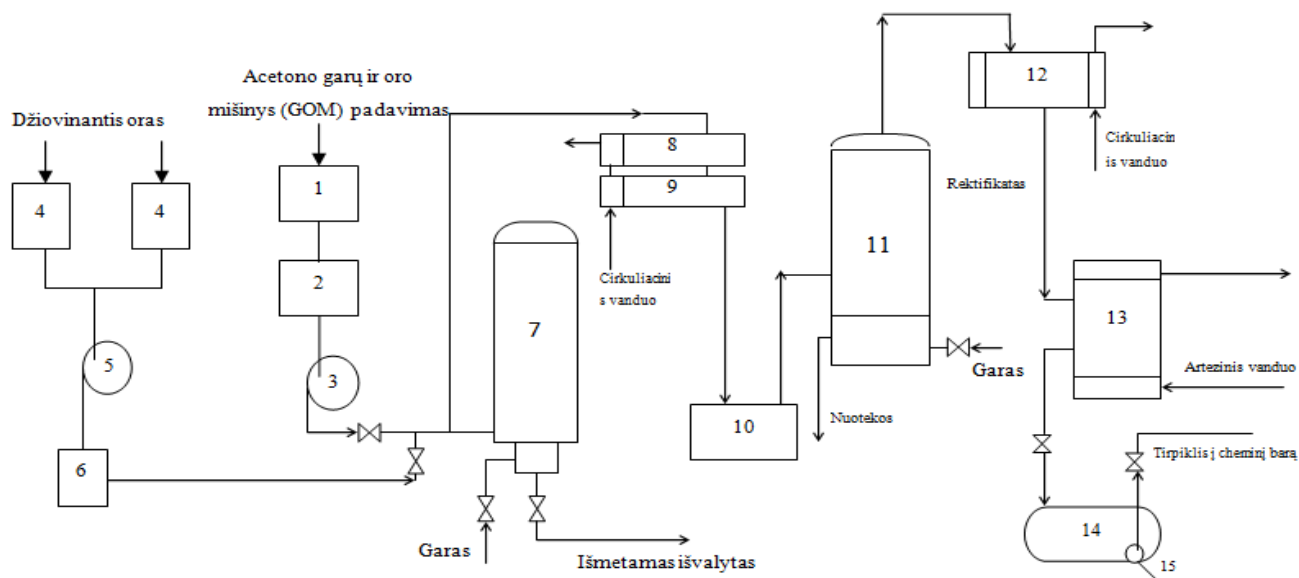
Paaiškinimai: 1 – verpimo tirpalas; 2 – padavimo siurblys; 3 – acetono ir oro mišinys iš verpimo mašinos šachtos; 4 – pirštinis filtras; 5 – verpimo tirpalo šildytuvas; 6 – filjerė; 7 – verpimo mašinos sienelė; 8 – techninio oro padavimas; 9 – techninio oro judėjimo kryptis; 10 – įriebinimo diskas; 11 – siūlo sukimas ant ritės; 12 – acetono garų nutraukimo kanalas; 13 – ventiliatorius; 14 – oro paėmimo siurblys.

Suverpti siūlai riebinami bevandeniu riebiakliu. Riebiaklis į įmonę pristatomas paruoštas, 800 – 850 kg talpos konteineriuose, supilamas į tam skirtą kaupimo talpą ir sandariais vamzdžiais transportuojamas į verpimo mašinas. Proceso metu riebiaklis išlieka stabilus (nepavojingas). Apatinėje verpimo mašinos dalyje yra žiediniai ir cilindriniai siūlų suvijimo mechanizmai. Mišrios gijos siūlai, prieš suvejanč juos į ritę, suvyniojami, supinant siūlo gijas suslėgtu oru. Gijų supynimui naudojamas pūtiklis.

Acetono garai patenka į aplinką iš apatinės verpimo mašinos dalies, kur vyksta siūlų suvyniojimas ant ričių. Užterštą orą, iš patalpų, traukia trys ventiliatoriai – vienas iš cheminio skyriaus ir du iš po verpimo mašinų.

Nuėmus rites su siūlais, patikrinama jų kokybė. Laboratorijoje nustatomi fizikiniai – mechaniniai rodikliai ir siūlų vidinės ydos. Po kokybės nustatymo, produkcija sudedama ant vežimėlio ir iš verpimo baro transportuojama į rūšiavimo – pakavimo barą.

Acetono regeneracija. Susidarantis didelės koncentracijos acetono garų ir oro mišinys (GOM) į regeneracijos skyrių tiekiamas iš gamybinių patalpų ir įrenginių (verpimo mašinų, filtro presų darbo zonos, džiovyklos, ir kitų vietų), kuriuose naudojamas acetonas, gaminamas ir perdirbamas verpimo tirpalas (žr. 5 paveikslą).



5 paveikslas. Acetono regeneracijos procesas

Įrenginių paaiškinimai: 1 – rankovinis filtras; 2 – acetono garų ir oro mišinio šaldytuvas; 3 – acetono garų ir oro mišinio ventiliatorius; 4 – džiovinančio oro filtras; 5 – džiovinančio oro ventiliatorius; 6 – džiovinančio oro šildytuvas; 7 – adsorberis; 8 – rekuperato kondensatorius; 9 – rekuperato šaldytuvas; 10 – rekuperato šildytuvas; 11 – rektifikacijos kolona; 12 – deflegmatorius; 13 – rektifikato šaldytuvas; 14 – talpa acetono rektifikatui; 15 – Siurblys acetono rektifikatui.

Regeneracijos skyriuje iš acetono garų ir oro mišinio (GOM) regeneruojamas tirpiklis – acetonas, kuris pakartotinai naudojamas acetilceliuliozei tirpinti. GOM į regeneracijos procesus tiekiamas vamzdynu per rankovinius filtras, kuriuose sulaikomos kietosios dalelės (dulkės, siūlinės priemaišos). Išvalytas acetono garų – oro mišinys šaldomas šaldytuvuose ir nukreipiamas į aštuonis adsorberius. Adsorberiai užpildyti aktyvinta anglimi (po 8 t kiekviename), kuri iš GOM adsorbuoja acetono garus, o išvalytas oras išmetamas į atmosferą. Praėjus nustatytam adsorbcijos laikui, vykdoma acetono desorbcija, naudojant karštus vandens garus (135 – 145 °C). Susidaręs rekuperatas (acetono ir vandens mišinys) iš adsorberių tiekiamas į vieną iš dviejų kondensacinių įrenginių. Po desorbcijos aktyvinta anglis džiovinama karštu oru, kuris siurbiamas iš aplinkos arba iš cheminio baro skyriaus ir pučiamas į adsorberius. Baigus džiovinti, aktyvintą anglį, adsorberis perprogramuojamas į adsorbcijos režimą.

Gautas rekuperatas (acetono ir vandens mišinys) tiekiamas į rektifikacijos koloną, kurioje vyksta acetono gryninimas. Rektifikacijos kolona šildoma 135 - 145 °C temperatūros vandens garais, kurioje acetonas iš rekuperato yra išgarinamas t. y. acetonas ir vandens garai kyla į rektifikacijos kolonos viršų, kurioje garai palaipsniui kondensuojasi ir susidaro nuotekos, kurios teka į rektifikacijos kolonos apatinę dalį. Iš rektifikacijos kolonos nuotekos ataušinamos nuotekų šaldytuve ir nukreipiamos į nuotekų kanalizacijos tinklus. Acetono garai su nedideliu vandens kiekiu, iš rektifikacijos kolonos, viršutinės dalies, tiekiami į deflegmatorių. Deflegmatoriuje acetono garai kondensuojasi, o susidaręs kondensatas tiekiamas į rektifikato bakus, kuriuose nustatomi parametrai ir ruošiamas tirpiklis. Paruoštas tirpiklis iš rektifikato bakų leidžiamas į cheminio skyriaus tirpiklio slėgio baką.

Pakavimas. Suverptų siūlų ritės, tūtelės vidinėje dalyje ženklinamos lipdukais, kuriuose nurodomas verpimo mašinos numeris ir asortimentas. Prieš pradėdant pakavimą, produkcija vizualiai apžiūrima, pasveriami. Pirmiausia pakuojama į polietileningus maišus ar tempimo plėvelę ir dedama į dėžes, parinktas pagal ritės svorį ir asortimentą, dedant fiksatorius. Dėžės sukraunamos ant medinių euro padėklų ir paruošiamos transportavimui. Kiekviena produkcijos partija ženklinama etikete, paruošiamas lydraštis ir išrašoma pakuotės specifikacija.

4 PRIEDAS

Naudojamos žaliavos

Žaliavą, acetilceliuliozę, įmonei tiekia pagrindiniai tiekėjai iš Japonijos ir Kinijos. Didžioji dalis žaliavos gaunama iš Kinijos tiekėjų. Jų pasirinkimą įtakojo kaina, kokybė, žaliavos parametrų atitikimas, o siūloma produkcija tiekama 30 kg pakuotėje, kuri patogiai sandėliuojama. Japonijos tiekėjų siūloma žaliava yra geresnės kokybės, tenkinanti reikiamus parametrus, tačiau transportuojama dideliuose maišiuose, kurie nėra pritaikyti sandėliuoti įmonės patalpose ir sukelia technologinių problemų, tiekiant žaliavą į gamybos procesus. Acetilceliuliozės žaliavos gabenamos supakuotos drėgmės nepraleidžiančiuose maišiuose, jūriniuose konteineriuose ir autotransportu, partijos dydis 22 – 45 tonų. Kiekviena AC siunta privalo turėti kokybės sertifikatą, kuriame nurodomi AC kokybės rodikliai. Nekokybiškos žaliavos yra fiksuojamos ir gražinamos tiekėjui. Procesuose naudojamos papildomos medžiagos (dažai, riebiglis, eksploatacinės, pakavimo medžiagos) gaunamos pateikus užsakymus tiekėjams. Duomenys apie naudojamas chemines medžiagas, jų kiekį ir pavojingumą yra pateikiami (*žr. 2 lentelėje*).

Bendrusius cheminių medžiagų ir mišinių (preparatų) apskaitos organizavimo reikalavimus reglamentuoja: LR aplinkos ministro 2008 m. liepos 2 d įsakymas Nr. D1 - 360 „Dėl cheminių medžiagų ir preparatų apskaitos tvarkos aprašo patvirtinimo“ pakeitimo (Žin., 2016, Nr. D1–37) (toliau – Apskaitos tvarka). Pagal apskaitos tvarką, UAB „Dirbtinis pluoštas“ privalo pildyti cheminių medžiagų ir mišinių (preparatų) apskaitą. Reikalaujama kiekvienais metais parengti metinę ūkio subjekto cheminių medžiagų ir preparatų duomenų ir informacijos suvestinę, nepriklausomai nuo jų kiekio, savybių ir nuo to, kokią apskaitos politiką, atsižvelgdamas į savo poreikius metų bėgyje, įgyvendina ūkio subjektas.

UAB „Dirbtinis pluoštas“ ataskaitą apie chemines medžiagas ir preparatus pildo pagal reikalavimus. Ataskaitoje pateikti duomenys, apie saugos duomenų lapų datą, iš kurios matyti, kad saugos duomenų lapai atitinka teisinių reikalavimų. Įmonė pateikė 10 cheminių medžiagų saugos duomenų lapus, iš kurių 4 yra atnaujinti nuo 2015 metų, tai: Savinyl Yellow RLS, Vip Oil KS, Natrio hidroksidas ir Hombitan Anatase Serija. Cheminių medžiagų ataskaitoje yra nurodytas tiekėjas, importuotojas, šalis iš kur tiekta ar importuota medžiaga. Tačiau, tiekėjas ar gamintojas nepateikia informacijos, kurioje nurodoma iš kur yra importuotas pats preparatas ar medžiaga. Todėl galima reikalauti, kad tiekėjas ar importuotojas pateiktų informacija ir paaiškintų ar jų preparatai ar medžiagos yra registruojamos pagal reikalavimus.

Jei tenkinamos Reglamente (EB) Nr. 1272/2008 nustatytos sąlygos, kurioms esant būtina cheminę medžiagą registruoti šio Reglamento nustatyta tvarka, gamintojai ir importuotojai apie cheminės medžiagos, esančios vieno ar kelių preparatų sudėtyje, teikia duomenis apie pagamintos, importuotos cheminės medžiagos, esančios vieno preparato ar kelių preparatų sudėtyje, bendrą (suminį) kiekį tonomis per kalendorinius metus.

Gamintojai, importuotojai, tolesni naudotojai, platintojai Tvarkos aprašo 9 punkte nurodytus duomenis ir informaciją apie chemines medžiagas ir preparatus teikia Aplinkos apsaugos agentūrai, jeigu pagamino, importavo, patiekė rinkai ir sunaudojo pramoninėje, profesinėje ar kitoje ūkinėje veikloje kiekvienos cheminės medžiagos ar preparato daugiau kaip 1000 kg per paskutinius kalendorinius metus.

Gamintojai, importuotojai, tolesni naudotojai, platintojai duomenis ir informaciją apie labai toksiškas, chemines medžiagas ir preparatus teikia ataskaitas agentūrai, jeigu kiekvienos cheminės medžiagos ar preparato pagamino, importavo, patiekė rinkai, ir sunaudojo pramoninėje, profesinėje ar kitoje ūkinėje veikloje daugiau kaip 10 kg per paskutinius kalendorinius metus.

Teikia ataskaitas Aplinkos apsaugos agentūrai, jeigu kiekvienos cheminės medžiagos ar preparato pagamino, importavo, patiekė rinkai ir sunaudojo pramoninėje, profesinėje ar kitoje ūkinėje veikloje daugiau nei 100 kg per paskutinius kalendorinius metus pagal Reglamento (EB) Nr. 1272/2008 nustatytus reikalavimus:

- toksiškoms cheminėms medžiagoms ir preparatams;
- cheminėms medžiagoms ir preparatams;
- jautrinančioms cheminėms medžiagoms ir preparatams;
- aplinkai pavojingoms cheminėms medžiagoms ir preparatams.

1 lentelė. Duomenų apie naudojamų cheminių medžiagų ir/ar preparatų kieki

Eil. Nr.	Žaliavos arba cheminės medžiagos pavadinimas	Kiekis, t/metus	Informacijos pateikimas cheminių medžiagų ir preparatų duomenų bazei
1	Acetonas	1864	Pateikti Sąnaudos viršija 1000 kg
2	(Riebiklis) VIP OIL KS Conolan ATT Convidol 207 AS Silastol S2	198	Pateikti Sąnaudos viršija 1000 kg
3	Titano dioksidas Hombitan	76	Pateikti Sąnaudos viršija 100 kg
4	Natrio hidroksida	13	Pateikti Sąnaudos viršija 100 kg
5	Aktyvinta anglis	80	Pateikti Sąnaudos viršija 1000 kg
6	„AC Negro interchip“ (dažų pigmentai) Orasol Blau BL„Neptun (Bruno Orasol 6RL orasol brown 6RL)	3,8	Pateikti Sąnaudos viršija 1000 kg
7	Orasol Orange 247 „Orasol Brown 326“ „Savinyl Faire Red GLS“ Solvent Red 124 Savinyl Yellow RLS“ „Savinyl Brown GLS“ ALBAPHOS KL	6,1	Pateikti Sąnaudos viršija 100 kg

Šaltinis: Duomenys iš UAB „Dirbtinis pluoštas“ Cheminių medžiagų/mišinių duomenų ir informacijos apskaitos suvestinės ir saugos duomenų lapai

UAB „Dirbtinis pluoštas“ privalo registruoti Acetoną, Silastol S2, Aktyvinta anglis, AC Negro interchip, AC Negro Interchip MIC PBK7, Conolan ATT, Hombitan, nes šių medžiagų ir preparatų sunaudojama daugiau kaip 1000 kg per metus. Registruoti privaloma ir preparatu ar medžiagas, kurie priskirti vienam ar keliems šiems H301, H311, H331, H370, H372, H314, H334, H400, H410, H411, H412 rizikos faktoriams ir viršijantys

100 kg - titano dioksida, natrio hidroksida, Orasol Orange 247, ALBAPHOS KL. Preparatas VIP OIL KS privalo būti registruojamas, nes sunaudojama daugiau kaip 10 kg ir yra priskiriamas keliems rizikos faktoriams (H300, H310, H330, H350, H340, H360).

Naudojamų cheminių medžiagų sąrašas

2 lentelė. Duomenys apie naudojamas medžiagas

Prekinis pavadinimas	Cheminis, kitas pavadinimas	Kiekis	Tiekėjas		Identifikacinis numeris (CAS Nr.)	Atsargumo frazė	Pavojaus frazė	Saugos duomenų lapu data
			Pavadinimas	Šalis				
Acetonas	Acetone, 2 – propanonas, dimetilketonas	1864 t	SIA KSAN	Latvija	67-64-1	P264, P280	H319	2012.11.29
			Polski Konc. Naft. Orlen	Lenkija				2010.12.01
			Borealis AG	Suomija				2013.01.16
Hombitan	Titanium dioksides (Titano dioksidas)	69,05 t	Sachtleben Chemie Gmbh	Vokietija	13463-67-7	-	-	2013.01.03
Aktyvuota anglis	Aktyvuota anglis BP3080	80 t	Pekino Ramiojo Vandens Aktyvuotos anglies produktai KB	Kinija	7440-44-0	-	-	-
Natrio šarmas	Sodium hydroxide (Natrio hidroksidas)	13 t	UAB „Margūnas“	Lietuva	1310-73-2	P260, P264, P280	H314	2011.03.09
			UAB „Chimpekas“	Lietuva				
Silastol S2	Riebiklis (Distiliatoriai, 2-etilheksanolis, etoksiliuotas riebalų alkoholis)	90 t	Schill+Seilacher	Vokietija	80042-47-5	P331, P405	H304	2013.11.09
					104-76-7	P261, P264, P280, P501	H315,H317 ,H319	
					68213-23-0	P264, P280, P273, P391	H319,H411	
VIP OIL KS	Riebiklis (Etoksiliuotas alkoholis, druskos etilo fosfatas)	20 t	„Giovanni Bozzetto S.p.A“	Italija	68131-39-5 90506-88-0	P273	H410	2008.02.26
Conolan ATT	Riebiklis (Fosforo esteris>5%, riebiųjų rūgščių druska >5%)	7 t	ZETA ESSE TI S.R.L.	Italija		-	-	2012.06.01
Convidol 207 AS	Riebiklis (Distiliatoriai (nafta) 10-25%, etoksiliuotas riebalų alkoholis 2,5-10%)	1,4 t	Schill+Seilacher	Vokietija	8042-47-5 69011-36-5	P301, P310, P405 P280, P264, P280	H304 H318, H315	2006.10.13
Industrinė alyva I-40A, I-20A, Tp-22, Q8 Goya (46 - 1000)	Variklinė alyva, mineralinė alyva, guolių alyva, alyva turbinoms	1,5 t	UAB „Teptonas“, UAB „Soliris“, UAB „Opalus“	Lietuva	-	-	-	2010.12.01
„AC Negro interchip“	Pigmentų ir dervų mišinys	0,2 t	Marengo ECSRL	Italija	-	-	-	2009.10.15
„Savinyl Faire Red GLS“	Azoto grupės dažas su kobalto kompleksu	0,6 t	HSH Chemic Sp.z.o.o	Lenkija	-	-	-	2011.07.07
„Orasol Brown 326“ (Bruno Orasol 6RL)	Dažai Orasol brown 6RL	3,2 t	BTC Speciality Chemical Diestribution	Danija	67352-37-8	-	-	2011.08.05
				Vokietija	57204-81-2			

orasol brown 6RL)			A/S BTC Europe GmbH Vokietija					
„Savinyl Yellow RLS“	Azoto grupės dažas su chromo kompleksu	1,2 t	HSH Chemic Sp.z.o.o	Lenkija	-	-	-	2011.07.18
„Savinyl Brown GLS“	Azoto grupės dažas su chromo kompleksu	1,6 t	Clariant SE Frankfurt	Vokietija	-	-	-	2012.09.16
Orasol Blau BL„Neptun Blue 755“	Antrachinoniniai dažai	1,8 t	BTC Europe GmbH	Vokietija	-	-	-	2011.08.05
Solvent Red 124	Dažai solvent red 124	1,1 t	Zeya Chemicals (Helman) Co, LTD,	Kinija	-	-	-	2011.10.26
VIP OIL KS	Optinis baltiklis KS8	0,1 t	Glovanml Bozzetto S.p.A	Italija	68131-39-5 90506-88-0	P273	H410	2008.02.26
Convidol 207 AS	Riebiškis Convidol 207 AS	80 t	Schill+Seltacher,	Vokietija	8042-47-5 69011-36-5	P301, P310, P405 P280, P264, P280	H304 H318, H315	2006.10.13
ALBAPHOS KL	Fosfoninės rūgšties ir izotiazolinonų darinio mišinys	0,1 t	UAB „Šomis“	Lietuva	55965-84-9	P264, P270, P273	H301, H311, H331, H411	2010.12.02
Freonas R22 Regeneruotas	Chlorintas fluorvandenilis	0,015 t	UAB „Freolitas“	Lietuva	75-45-6	-	H280	2014.04.30
Shell morlin	Mineralinių alyvų ir priedų mišinys	1,0 t	UAB „Opalus“	Lietuva	-	-	-	2011.04.27
Konsistencinis tepalas Litol 24	Bendro tepimo tepalas	1,5 t	UAB „Teptonas Lietuva“	Lietuva	74869-21-9 74869-22-0 67701-06-8 61789-97-7	P201, P202, P281	H350	2012.11.10
Hombitan	Titano dioksidas	6,9 t	Sachtleben Chemic GmbH	Vokietija	13463-67-7	-	-	2013.01.03

Paaiškinimai: Pavojingumo frazės pagal CPL reglamentą:

1. Fizinį pavojų apibūdinančios pavojingumo frazės	
Žymuo	Rizikos frazė
H280	Turi slėgio veikiamų dujų, kaitinant gali sprogti
2. Pavojų sveikatai apibūdinančios pavojingumo frazės	
H301	Toksiškas prarijus
H304	Prarijus ir patekus į kvėpavimo takus, gali sukelti mirtį
H311	Toksiškas susilietus su oda
H314	Smarkiai nudegina odą ir pažeidžia akis
H315	Dirgina orą
H317	Gali sukelti alerginę odos reakciją
H318	Smarkiai pažeidžia akis
H319	Sukelia smarkų akių dirginimą
H331	Toksiškas įkvėpus

H350	Gali sukelti vėžį
3. Pavojų aplinkai apibūdinančios pavojingumo frazės	
H410	Labai toksiškas vandens organizmams, sukelia ilgalaikius pakitimus
H411	Toksiškas vandens organizmams, sukelia ilgalaikius pakitimus

Atsargumo frazės pagal CLP reglamentą:

2. Prevencinės	
Žymuo	Rizikos frazė
P201	Prieš naudojant gauti specialias instrukcijas
P202	Nenaudoti, jeigu neperskaityti ar nesuprasti visi saugos įspėjimai
P260	Neįkvėpti dulkių, dūmų, dujų
P261	Stengtis neįkvėpti dulkių, dūmų, dujų, rūko
P264	Po naudojimo kruopščiai nuplauti
P270	Naudojant šį produktą, nevalgyti, negerti ir nerūkyti
P273	Saugoti, kad nepatektų į aplinką
P280	Mūvėti apsaugines pirštines/dėvėti apsauginius drabužius/naudoti akių (veido) apsaugines priemones
P281	Naudoti reikalaujamas asmenines apsaugos priemones
3. Atoveikis	
P301	Prarijus
P310	Nedelsiant kreiptis pas gydytoją dėl apsinuodijimo
P331	Neskatinti vėmimo
P391	Surinkti ištekėjusią medžiagą
4. Sandėliavimas	
P405	Laikyti uždarytą
5. Šalinimas	
P501	Turinį/talpyklą išmesti į

Šaltinis: Aplinkos apsaugos agentūra (126)

5 PRIEDAS

Išmetamų iš lengvųjų transporto priemonių įvertinimas

Apskaičiuojant emisijos į aplinkos orą iš mobilių taršos šaltinių buvo remtasi „Teršiančių medžiagų, išmetamų į atmosferą iš mašinų su vidaus degimo varikliais, vertinimo metodika“. Pagal šią metodiką galima nustatyti mašinų, turinčių vidaus degimo variklius, išmetamų į atmosferą teršalų kiekį. Apskaičiuojama teršalų: anglies monoksido (CO), anglies dioksido (CO₂), angliavandenilių (CH), azoto oksidų (NO_x), sieros dioksido (SO₂) ir kietų dalelių (k.d.) masė sudegus dyzeliniam kurui vidaus degimo varikliuose.

$$W_{CO} = 130,0 \times 11,0 \times 0,909 \times 1,25 \times 0,8 = 1,30 \text{ t.}$$

$$W_{CH} = 40,7 \times 11,0 \times 1,010 \times 1,4 \times 0,8 = 0,51 \text{ t.}$$

$$W_{NO_x} = 31,3 \times 11,0 \times 0,973 \times 1,05 \times 0,8 = 0,28 \text{ t.}$$

$$W_{SO_2} = 1,0 \times 11,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,01 \text{ t.}$$

$$W_{k.d.} = 4,3 \times 11,0 \times 1,231 \times 1,1 \times 0,5 = 0,03 \text{ t.}$$

Benzininiam:

$$W_{CO} = 398,2 \times 7,0 \times 2,14 \times 1,0 \times 0,9 = 5,36 \text{ t.}$$

$$W_{CH} = 80,9 \times 7,0 \times 1,080 \times 1,0 \times 0,9 = 0,55 \text{ t.}$$

$$W_{NO_x} = 29,6 \times 7,0 \times 0,812 \times 1,0 \times 1,0 = 0,17 \text{ t.}$$

$$W_{SO_2} = 1,0 \times 7,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,007 \text{ t.}$$

Dujiniam:

$$W_{CO} = 398,2 \times 4,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,9 = 1,4335 \text{ t.}$$

$$W_{CH} = 80,9 \times 4,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,9 = 0,073 \text{ t.}$$

$$W_{NO_x} = 29,6 \times 4,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,118 \text{ t.}$$

$$W_{SO_2} = 1,0 \times 4,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,004 \text{ t.}$$

Bendra:

$$W_{CO} = 1,30 + 5,36 + 1,433 = 8,09 \text{ t.}$$

$$W_{CH} = 0,51 + 0,55 + 0,073 = 1,13 \text{ t.}$$

$$W_{NO_x} = 0,28 + 0,17 + 0,118 = 0,57 \text{ t.}$$

$$W_{SO_2} = 0,01 + 0,007 + 0,004 = 0,02 \text{ t.}$$

$$W_{k.d.} = 0,030 \text{ t.}$$

6 PRIEDAS

Cheminio pluošto gamybos įmonių aplinkos apsaugos reikalavimus reglamentuojančių teisinių aktų apžvalga

Lietuvos Respublikos **Aplinkos apsaugos** 1992 m. sausio 30 d. įstatymas Nr. I-2223 (Žin., 2013, Nr. 55-2727). Įstatyme pateikiami pagrindiniai aplinkos apsaugos reikalavimai visuomenei, asmenų teisės ir įsipareigojimai aplinkos kokybei gerinti, ją tausoti, rūpintis bei užtikrinti sveiką ir švarią aplinką. Cheminio pluošto gamybos įmonės remiantis šiuo įstatymu yra skatinamos racionaliai naudoti gamtinius išteklius, atsižvelgiant į aplinkos išsaugojimą bei atkūrimo galimybes, ieškoti priemonių ir būdų, kaip išvengti neigiamo poveikio aplinkai. Remiantis įstatymu priimami aplinkos apsaugą reglamentuojantys įstatymai ir kiti teisės aktai (Lietuvos Respublikos Aplinkos apsauga 2013).

Teršalų išmetimui į aplinkos orą, vandenį ar dirvožemį kontroliuoti ir valdyti patvirtinta taršos integruota prevencija ir kontrolė (TIPK). Priklausomai nuo ūkio subjektų vykdomos ūkinės veiklos priežiūrai ir kontroliavimui yra išleistas įstatymas Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2013 m. liepos 15 d. Nr. D1-528 „Dėl Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės leidimų išdavimo, pakeitimo ir galiojimo panaikinimo taisyklių patvirtinimo“ 1 priede nurodytos veiklos ir įrenginiai, kuriems būtinas TIPK leidimas. Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės taisyklės reikalauja, kad būtų užtikrinamas atliekų ir teršalų mažinimas, tinkamas žaliavų pasirinkimas, racionalus gamtos išteklių ir efektyvesnis energijos panaudojimas, taršos kontrolė. Atsižvelgiant į įstatymo reikalavimus, cheminio pluošto įmonė turi TIPK leidimus, vadovaujasi ir laikosi „Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės leidimų išdavimo, pakeitimo ir galiojimo panaikinimo taisyklėmis“, kurios reglamentuoja integruotą taršos, kuria sukelia vykdoma veikla, prevenciją ir kontrolę, savo veikloje taikyti geriausius prieinamus gamybos būdus (Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija 2013).

Europos Sąjungos ir Lietuvos Respublikos Atliekų tvarkymo įstatymas

Lietuvos respublikos **Atliekų tvarkymo įstatymas** (Žin., 2014, Nr. XII-769) nustato bendruosius atliekų prevencijos, apskaitos, surinkimo, rūšiavimo, naudojimo, saugojimo, vežimo, šalinimo reikalavimus, siekiant išvengti jų neigiamo poveikio aplinkai ir žmonių sveikatai. Šis įstatymas taikomas ir cheminio pluošto gamybos įmonėms, kuriose siekiama atliekų prevencijos ir tvarumo prioritetų. Įstatyme nurodomas atliekų tvarkymo organizavimas, planai ir prevencijos programos. Visi atliekų turėtojai ir tvarkytojai turi imtis ekonominių priemonių siekiant mažinti atliekų kiekį ir neigiama poveiki aplinkai ir žmonių sveikatai taikant modernias technologijas, tausojant gamtinius išteklius (Lietuvos Respublikos Seimas 2014).

Lietuvos Respublikos **Atliekų tvarkymo taisyklės** (Žin., 2016, Nr. D1-36, Nr. D1-70, Nr. D1-187). Atliekų tvarkymo taisyklėse pateikti reikalavimai, kuriuose atliekos rūšiuojamos, laikomos, surenkamos, vežamos, apdorojamos taip, kad nesukeltų neigiamo poveikio aplinkai ir visuomenės sveikatai. Kad sistemingai vykdyti atliekų rūšiavimo taisyklių punktus, svarbu informuoti atliekų turėtojus rūšiuoti turimas atliekas atsižvelgiant į atliekų rūšį ir pobūdį, jų susidarymo vietą. Sistemingas atliekų rūšiavimas palengvina atliekų apdorojimą (Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija 2016).

Lietuvos Respublikos **Pakuočių ir pakuočių atliekų tvarkymo įstatymas** (Žin., 2015, Nr. IX-2242) nustato bendruosius Lietuvos Respublikoje gaminamų ir į Lietuvos Respubliką importuojamų pakuočių ir pakuočių atliekų apskaitos, ženklinimo, surinkimo, naudojimo reikalavimus, kad būtų išvengta pakuočių ir pakuočių atliekų neigiamo poveikio aplinkai bei žmonių sveikatai, taip pat gamintojų, importuotojų, pardavėjų, vartotojų, gaminių naudotojų, atliekų tvarkytojų teises ir pareigas tvarkant pakuotes bei pakuočių atliekas, kurios susidaro gamybos metu. (Lietuvos Respublikos Seimas 2015).

Pagrindiniu atliekų tvarkymo strateginiu dokumentu buvo laikomas **Valstybinis strateginis atliekų tvarkymo planas** (VSATP), kuris išdėstytas nauja redakcija ir pakeistas į Valstybinį atliekų tvarkymo 2014-2020 metų planą (toliau - Planas) (Žin., 2014, Nr.4989). VSATP nenustojo galioti įteisinus naują planą. Šiuose planuose siekiama apibrėžti pagrindinius atliekų prevencinius tikslus – vengti atliekų susidarymo, sukurti optimalią atliekų tvarkymo sistemą, kuri tenkintų visuomenės poreikius, užtikrintų gerą aplinkos kokybę bei ekonomikos principus, mažintų neigiamą poveikį aplinkai ir visuomenės sveikatai. Įsigaliojusio Plano pagrindinis tikslas „nustatyti strateginius atliekų tvarkymo iki 2020 metų tikslus, uždavinius ir priemones“ tvarkant komunalines, gamybos bei kitos ūkinės veiklos atliekas. Plane nustatyto atliekų tvarkymo principų įgyvendinimas atliekamas papildomai parengiant regioninius ir savivaldybių atliekų tvarkymo planus. Nustatytiems Plano tikslams pasiekti išskelti 2014 - 2020 metų uždaviniai (Lietuvos Respublikos Vyriausybė 2015):

- Skatinti atliekų prevenciją gamybos ir kitos ūkinės veiklos sektoriuose, didinti medžiagų ir išteklių naudojimo efektyvumą, perdirbimą, tobulinti dirbančių darbuotojų kvalifikaciją atliekų prevencijos srityje;
- Plėtoti rūšiuotų atliekų surinkimo sistemas ir didinti visuomenės sąmoningumą;
- Skatinti produktų gamybą iš atliekų bei tausojantį vartojimą;
- Taikyti ekonomines priemones skatinančias atliekų perdirbimą ir naudojimą;
- Vykdyti saugų atliekų tvarkymą, tobulinant esamas atliekų tvarkymo sistemas užtikrinant apsaugą žmonių sveikatai ir aplinkai.

Šis įstatymas svarbus siekiant užtikrinti pakuočių atliekų prevenciją cheminio pluošto gamybos įmonėse, taip prisidedant prie plano tikslų įgyvendinimo ir taisyklių laikymosi.

Nacionalinė darnaus vystymosi strategija (Žin., 2011, Nr. 41-1949). Strategijoje nustatomi ilgalaikiai tikslai sukurti sumažinti atliekų susidarymą, jų neigiamą poveikį aplinkai ir žmonių sveikatai, užtikrinti racionalų atliekų energijos išteklių naudojimą. Tikslui įgyvendinti iškelti ilgalaikiai uždaviniai, kurie užtikrintų, kad „atliekų daugėtų lėčiau negu auga gamyba, o atliekų, tenkančių pagamintam BVP vienetui, kiekis neviršytų ES valstybių narių vidurkių, bei teikti visuomenei informaciją apie atliekų tvarkymą, plėtoti ekologinį švietimą“ (Lietuvos Respublikos Vyriausybė 2011).

Lietuvos Respublikos teisės aktai, reglamentuojantys oro apsaugą

Tiksliam aplinkos ir jos būklės kitimo stebėjimams atlikti, bei įvertinti antropogeninio poveikio daromą žalą aplinkai taikomas Lietuvos Respublikos **Aplinkos monitoringo įstatymas** 1997 m. lapkričio 20 d. Nr. VIII-529 (Žin., 2006, Nr. 57-2025). Šio įstatymu nustatoma monitoringo struktūra, kurios laikytis turi cheminio pluošto gamybos įmonės, nes savo veikla veikia aplinką ir naudoja gamtinius išteklius. Monitoringo stebėjimai „atliekami vadovaujantis valstybinio aplinkos monitoringo nuostatais, valstybės standartais ir kitais norminių dokumentų įteisintais metodais“, kurie leistų įvertinti, stebėti ir prognozuoti aplinkos pokyčius, kitimo tendencijas ir galimas pasekmes, ne tik aplinkai, bet ir žmonių sveikatai (Lietuvos Respublikos Seimas 2006).

1999 m. lapkričio 4 d. įsigaliojęs Lietuvos Respublikos **Aplinkos oro apsaugos įstatymas** Nr. VIII-1392 (Žin., 2013, Nr. 79-3984), reglamentuoja asmenų pareigas saugoti aplinkos orą nuo taršos, kuri susidaro dėl žmonių veiklos, bei nustato priemonės, kontroliuojančias oro taršą, kuriomis siekiama mažinti daromą žalą žmonių sveikatai be aplinkai. Cheminio pluošto įmonės kaip ir kiti ūkio subjektai, privalo laikytis nustatytų reikalavimų, imtis reikiamų priemonių taršos susidarymui, kad nustatytos teršalų ribinės vertės nebūtų viršytos, siekiant išlaikyti kaip galima geresnę aplinkos oro kokybę (Lietuvos Respublikos Seimas 2013).

Lietuvos Respublikos Mokesčio už aplinkos teršimą 1999 m. gegužės 13 d. Nr. VIII-1183 įstatymas (Žin., 2015, Nr. XII-2244), nustato mokesčio už aplinkos teršimą mokėjimo tvarką ir kontrolę. Įstatymo paskirtis – ekonominėmis priemonėmis skatinti teršėjus mažinti aplinkos teršimą, vykdyti atliekų prevenciją ir tvarkymą, neviršyti nustatytų teršalų išmetimo į aplinką normatyvų, taip pat iš mokesčio kaupti lėšas aplinkosaugos priemonėms įgyvendinti (Lietuvos Respublikos Seimas 2015).

Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2010 m. lapkričio 7 d. išleistas ir patvirtintas įsakymas Nr. D1 - 585/V – 611 „Dėl aplinkos oro užterštumo sieros dioksidu, azoto dioksidu, azoto oksidu, benzinu, anglies monoksidu, švinu, kietosiomis dalelėmis ir ozonu normų patvirtinimo“ (Žin., 2016, Nr. D1 - 53/V - 103). Įsakyme pateikiamos sieros dioksido, azoto dioksido, azoto oksido, benzino, anglies monoksido, švino, kietų dalelių ribinės vertės, pavojaus slenksčiai, kritinis užterštumo lygis. Taip pat „nustatyti reikalavimai aplinkos oro kokybei gerinti, kai viršijamos teršalų ribinės vertės“, kad būtų galima gerinti aplinkos oro kokybę, mažinant kenksmingą poveikį žmogaus sveikatai ir aplinkai (Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija 2016).

Europos Sąjungos ir Lietuvos Respublikos teisės aktai, reglamentuojantys lakiųjų organinių junginių patekimą į atmosferą

Europos Sąjungos **Tarybos Direktyva** 99/13/EB dėl lakiųjų organinių junginių, atsirandančių naudojant organinius tirpiklius tam tikroje veikloje ar tam tikruose įrenginiuose, emisijų apribojimo tikslas sumažinti tiesioginį ir netiesioginį LOJ poveikį aplinkai ir žmogaus sveikatai. Valstybės narės turi laikytis direktyvos reikalavimų, naudojant įrenginius, kuriuose vykdant veiklą išsiskiria LOJ, privalo vykdyti LOJ išmetimų monitoringą bei kontroliuoti, kad nebūtų viršijamos nustatytos ribinės vertės, priklausomai nuo veikos. Naudojami įrenginiai patenkantys į direktyvos 99/13/EB reguliavimo sritį yra registruojami arba turi gauti leidimą eksploatuoti (Europos Sąjungos Tarybos Direktyva 1999).

Lietuvos Respublikos Aplinkos ministro 2002 m. gruodžio 5d. įsakymu Nr. 620 „Dėl lakiųjų organinių junginių, susidarančių naudojant tirpiklius tam tikrų veiklos rūšių įrenginiuose, emisijos ribojimo tvarkos patvirtinimo“ (Žin., 2003, Nr. 15-634) perkelti ES tarybos direktyvos 99/13/EB reikalavimai. Šiuo įsakymu papildoma ir patikslina taršos ir integruotos prevencijos ir kontrolės leidimų išdavimo kriterijus, įtraukiant tirpiklius naudojančius įrenginius, kuriuos taip pat naudoja ir cheminio pluošto gamybos įmonės. Įmonės yra pasirengusi tašos mažinimo planą, kuris skirtas ir pritaikytas naudojamiems įrenginiams (Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija 2003).

Lietuvos Respublikos teisės aktai, reglamentuojantys vandens naudojimą ir nuotekų tvarkymą

Lietuvos Respublikos Aplinkos ministro 2006 m. gegužės 17 d. įsakymu Nr. D1-236 „Dėl nuotekų tvarkymo reglamento patvirtinimo“ (Žin., 2015, Nr. D1-1025) patvirtino ir nustatė pagrindinius aplinkosaugos reikalavimus nuotekų surinkimui, valymui ir išleidimui siekiant apsaugoti aplinką nuo taršos. Šis įstatymas taikomas cheminio pluošto gamybos įmonėms, nes veikloje susidaro gamybinės nuotekos, o prieš išleidžiant į nuotekų tinklus, turi vadovautis reglamento nuostatomis ir principais, kad nuotekose nebūtų viršijamos didžiausia leidžiama koncentracija bei atitiktų bendruosius reikalavimus gamybinėms nuotekoms išleidžiamoms į kanalizaciją (Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija 2015).

Lietuvos Respublikos 2013 m. sausio 1 d. Aplinkos ministro įsakymas Nr. D1 – 1120 „Dėl vandens naudojimo ir nuotekų tvarkymo apskaitos tvarkos aprašo patvirtinimo“ (Žin.; 2015, Nr. D1-961). Šio įstatymo tikslas užtikrinti vandens tiekimą ūkio subjektams bei susidariusių nuotekų sutvarkymą siekiant išvengti neigiamo poveikio aplinkai ir žmonių sveikatai. Vandens tiekimo metu, cheminio pluošto gamyboje, svarbu stebėti sunaudojamą vandens kiekį gamyboje ir komercinėje veikloje. taip pat susidarančių nuotekų kiekį ir su nuotėkomis išleidžiamų teršalų kiekio matavimo duomenimis, kuriuose nustatomas teršalų kiekis, vidutinė koncentracija ir išvalymo efektyvumas. Prieš išleidžiant nuotėkas į nuotekų tinklus, vertinant t. y. atliekant tyrimus, kurias nustatoma ar teršalų kiekis neviršija nustatytų ribinių koncentracijų, esant poreikiui, vykdyti papildomus valymus siekiant išvengti neigiamo poveikio aplinkai ir žmonių sveikatai (Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija 2015).

Europos Sąjungos ir Lietuvos Respublikos teisės aktai, reglamentuojantys cheminių medžiagų valdymą

2006 m. gruodžio 18 d. Europos Parlamentas ir Taryba priėmė reglamentą (EB) Nr. 1907/2006 dėl cheminių medžiagų registracijos, įvertinimo, autorizacijos ir apribojimų, kitaip dar žinomas kaip REACH reglamentas. Šiuo dokumentu buvo išsamiai peržiūrėta bei įvertinta visa cheminių medžiagų politika. Reglamentas įteisino naują įstatymų sistemą, skirtą cheminių medžiagų bandymams, kūrimui, gamybai, pateikimui į rinką bei panaudojimo galimybei reguliuoti. Remiantis REACH reglamentu, siekiama kontroliuoti

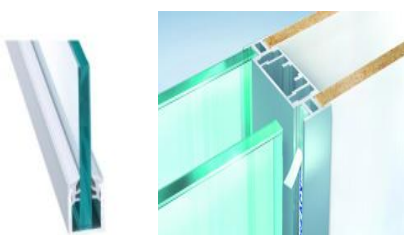
galimą cheminių medžiagų keliamą pavojų, užtikrinti geresnę žmonių ir aplinkos apsaugą, skatinti darnų vystymąsi keičiant chemines medžiagas kitomis, tinkamomis alternatyviomis medžiagomis. Pradėjus galioti REACH reglamentui įsteigta Europos cheminių medžiagų agentūra (ECHA). Ši agentūra atsakinga už techninių, mokslinių ir administracinių aspektų valdymą, kurie turi atitikti REACH reglamento taikymo užtikrinimą (Europos Sąjungos Tarybos Direktyva 2006).

Įmonė suinteresuota prisidėti prie aktualių ekologinių problemų sprendimo. Įdiegtas Aplinkos apsaugos vadybos sistemos standartas LST EN ISO 14001:2005, padeda organizuoti gamybą, kontroliuoti sunaudojamų žaliavų kieki, ieškoti priemonių kaip sumažinti medžiagų ir energijos sąnaudas produkcijos vienetui.

Įmonė UAB „Dirbtinis puoštas“ pagal taršos integruotos prevencijos ir kontrolės leidimų išdavimo, atnaujinimo ir panaikinimo taisyklių 2 priedą, priskiriama 2 – ojo priedo įrenginiams, pagal 4 punktą: išmetama į aplinkos orą 10 t/m. ar daugiau teršalų. Tačiau, pagal LR Aplinkos ministro 2002 m. gruodžio 5 d. Nr. 620 įsakymu „Dėl lakiųjų organinių junginių, susidarantių naudojant tirpiklius tam tikrų veiklos rūšių įrenginiuose, emisijų ribojimo tvarkos patvirtinimo“ nenustato konkrečių emisijos apribojimų acetatinių siūlų gamybai.

7 PRIEDAS

Aliuminiai profiliai, laikikliai, slenkančios sistemos



Medžiaga : Aliuminis

Lydomosi intervalas °C: 585 – 650.

Laidumas šilumai W/(m*K): 200 – 220.

Aliuminiai profiliai skirti tvirtinti ir laikyti stiklą;

Stiklas gali būti priklijuojamas prie aliuminio profilio.

6 paveikslas. Stiklų montavimas



Slankiojanti stiklų sistema susidaro iš griovelio ir slenkančios sistemos, kuri pritvirtinta prie laikiklių ir stiklo.

7 paveikslas. Slenkančios sistemos

8 PRIEDAS

Nuotekų siurblinės



Parametrai: sandari

Yra nuotekų lygio reguliavimas

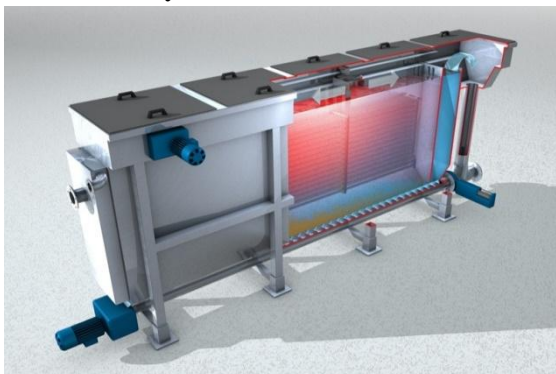
Montavimo gylis 1,5 – 5 m.

Siurblio parametrai 180 l

Nuotekų išleidimo vamzdžio aukštis 500 mm

Matmenys: 4630x5130 mm

Galingumas: 1,5 kW

Nuotekų šilumokaitis

Pagrindiniai parametrai: Moderni konstrukcija
 Didelis šilumos perdavimo koeficientas
 Vandenį gali pašildyti iki 70 °C;
 Maksimalus našumas 50 l/s.
 Maksimalus šilumos išgavimas iš nuotekų 480 kW
 Pagrindiniai parametrai:
 Pavadinimas – Siurblys „WILO“
 Našumas: 30 l/min.
 Skysčio parametrai: +2°C iki +110°C
 Montavimas: panardintas
 Našumas: 85 proc.

9 paveikslas. Nuotekų šilumokaitis

Nuotekų šilumos regeneravimas

Energijos kiekis, gamtinių išteklių kiekis bei išmetimai į aplinkos orą skaičiavimai pateikiami žemiau:

Energijos kiekis, sunaudotas nuotekų aušinimui skaičiavimai pateikti 8 priede, rezultatai pateikti 13 lentelėje. (t. y. 65 °C nuotekas ataušinti iki 20 °C) apskaičiuotas pagal 3.4 poskyrio 9 formulę:

$$Q_{at} = 4200J / (kg \cdot ^\circ C) \cdot 16042130 (65 - 20) = 842MWh / m.$$

Gamtinių išteklių kiekis (gamtinių dujų), reikalingas 842 MWh/m. šilumos energijos pagaminti apskaičiuojamas pagal metodikos 3.4 poskyrio 8 formulę:

$$B = 842 \cdot 3,6 / [33,49 \cdot 0,89] = 101,720 \text{ tūkst. } nm^3$$

(Priimta, kad šilumos energija tinkluose gaminama, deginant gamtines dujas).

Siūlomo šilumokaičio efektyvumas 75 proc. tai įvertinus nuostolius sugeneruotas šilumos kiekis apskaičiuojamas pagal metodikos 3 poskyrio 16 formulę:

$$N = 842 \cdot 0,75 = 631,5MWh / m.$$

Išlakų, išmetamų į aplinkos orą kiekis, kai deginamos gamtinės dujos apskaičiuojamos pagal metodikos 3.4 poskyrio 10,11,13 formules:

Azoto oksidai (NO_x):

$$M_{NO_x} = 0,001 \cdot 101,720 \cdot 33,49 \cdot 0,1 \cdot (1 - 0) = 0,340t / m.$$

Anglies monoksidas (CO):

$$M_{CO} = 0,001 \cdot 8,372 \cdot 101,720 \cdot (1 - 0,5/100) = 0,850t / m.$$

Anglies dvideginio (CO₂):

$$M_{CO_2} = 101,720 \cdot 1,8961 = 192,87, t/m.;$$

Energijos kiekis sunaudotas nuotekų aušinimui

Pateikiamas 4.8.1.2 Nuotekų šilumos regeneravimo poskyrio skaičiavimai: Teoriškai apskaičiuojamas elektros energijos sąnaudos prieš inovaciją ir po inovacijos, apskaičiuojamos pagal metodikos 3.4 poskyrio 7 formulę:

$$Q_{(prieš)} = (58 \cdot 1 \cdot 8639 \cdot 0,75) = 375796kWh / m. = 375,796MWh / m.$$

$$Q_{(po)} = (1,5 \cdot 1 \cdot 8639 \cdot 0,75) = 9718kWh / m. = 9,72MWh / m.$$

(Šiame poskyryje pateikiami numatomų inovacijų galimas poveikis aplinkai dėl sunaudotos elektros ir šilumos energijos, į aplinkos orą išsiskiriančių teršalų įvertinimo skaičiavimai).

Gamtinių dujų sąnaudos apskaičiuojamos pagal metodikos 3.4 poskyrio 8 formulę:

$$B_{(prieš)} = 375,796 \cdot 3,6 / [33,49 \cdot 0,89] = 45,388 \text{ tūkst. nm}^3;$$

$$B_{(po)} = 9,72 \cdot 3,6 / [33,49 \cdot 0,89] = 1,17 \text{ tūkst. nm}^3.$$

Išlakos į aplinkos orą deginant gamtines dujas apskaičiuojamos naudojantis 3.4 poskyrio 10,11,13 formulėmis (Staniškis et. Al. 2010):

Azoto oksidai (NO_x):

$$M_{NO_x(prieš)} = 0,001 \cdot 45,388 \cdot 33,49 \cdot 0,1 = 0,152, \text{ t/m};$$

$$M_{NO_x(po)} = 0,001 \cdot 1,17 \cdot 33,49 \cdot 0,1 = 0,004, \text{ t/m}.$$

Anglies monoksidas (CO):

$$M_{CO(prieš)} = 0,001 \cdot 8,373 \cdot 45,388 \cdot (1 - 0) = 0,380, \text{ t/m};$$

$$M_{CO(po)} = 0,001 \cdot 8,373 \cdot 1,17 \cdot (1 - 0) = 0,009, \text{ t/m}.$$

Anglies dvideginio (CO₂):

$$M_{CO_2(prieš)} = 45,388 \cdot 1,8961 = 86,060, \text{ t/m};$$

$$M_{CO_2(po)} = 1,17 \cdot 1,8961 = 2,22, \text{ t/m}.$$

Gamtinių išteklių skaičiavimai, administracinių patalpų šildymui

Gamtinių išteklių kiekis (gamtinių dujų), reikalingas 122 MWh/m. šilumos energijos pagaminti bei susidarantys išmetimai apskaičiuojamas pagal metodikos 3.4 poskyrio formules, skaičiavimai pateikiami 8 priede.

$$B = 122 \cdot 3,6 / [33,49 \cdot 0,89] = 14,74 \text{ tūkst. nm}^3$$

Išlakų, išmetamų į aplinkos orą kiekis, kai deginamos gamtinės dujos, apskaičiuojamos pagal metodikos 3.4 poskyrio 10,11,13 formules:

Azoto oksidai (NO_x):

$$M_{NO_x} = 0,001 \cdot 14,74 \cdot 33,49 \cdot 0,1 \cdot (1 - 0) = 0,05 \text{ t/m}.$$

Anglies monoksidas (CO):

$$M_{CO} = 0,001 \cdot 8,372 \cdot 14,74 \cdot (1 - 0,5/100) = 0,12 \text{ t/m}.$$

Anglies dvideginio (CO₂):

$$M_{CO_2} = 14,740 \cdot 1,8961 = 27,949, \text{ t/m};$$

10 PRIEDAS

Mobilių taršos šaltinių išmetimų skaičiavimai

Išlakos į aplinkos orą iš mobilių taršos šaltinių apskaičiuojamos pagal metodikos 3.4 poskyrio 21 formulę. Skaičiavimai atliekami vertinant dyzelinio kuro sunaudojimą prieš biokuro sandėlio įrengimą ir po:

$$W_{CO(prieš)} = 130 \cdot 1,68 \cdot 0,1 \cdot 1,25 \cdot 0,9 = 24,6 \text{ t/m};$$

$$W_{CO(po)} = 130 \cdot 1,55 \cdot 0,1 \cdot 1,25 \cdot 0,9 = 22,7 \text{ t/m};$$

$$W_{CH(prieš)} = 40,7 \cdot 1,68 \cdot 0,1 \cdot 1,4 \cdot 0,31 = 2,9 \text{ t/m};$$

$$W_{CH(po)} = 40,7 \cdot 1,55 \cdot 0,1 \cdot 1,4 \cdot 0,31 = 2,7 \text{ t/m};$$

$$W_{NO_x(prieš)} = 31,3 \cdot 1,68 \cdot 0,1 \cdot 1,05 \cdot 0,39 = 2,2 \text{ t/m};$$

$$W_{NO_x(po)} = 31,3 \cdot 1,55 \cdot 0,1 \cdot 1,05 \cdot 0,39 = 1,9 \text{ t/m};$$

$$W_{SO_2(prieš)} = 1,0 \cdot 1,68 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 1,0 = 0,02 \text{ t/m};$$

$$W_{SO_2(po)} = 1,0 \cdot 1,55 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 1,0 = 0,02 \text{ t/m.};$$

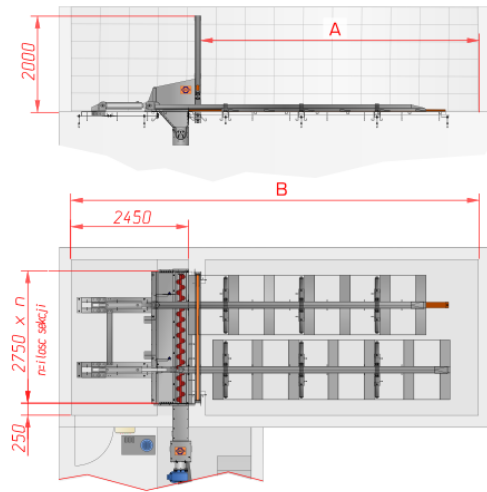
$$W_{K.D.(prieš)} = 4,3 \cdot 1,68 \cdot 0,1 \cdot 1,1 \cdot 0,3 = 0,24 \text{ t/m.};$$

$$W_{K.D.(po)} = 4,3 \cdot 1,55 \cdot 0,1 \cdot 1,1 \cdot 0,3 = 0,22 \text{ t/m.}$$

3 lentelė. Lyginamoji tarša ir koeficientų K1, K2, K3 reikšmės naudojant dyzelinį kurą

	CO	CH	NO _x	SO ₂	K.D.
Lyginamoji vidaus degimo variklių tarša kg/t	130,0	40,7	31,3	1,0	4,3
K1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
K2	1,25	1,4	1,05	1,0	1,1
K3	0,29	0,31	0,39	1,0	0,3

Biokuro sandėlis ir judančios grindys



Pagrindiniai parametrai:

Aukštis : 2-3 m.,

Konvejerio skersmuo: 200 mm, padavimo greitis 116 m³/h;

Galingumas: 5,2 kW;

Judančių grindų ilgis : 15 m

Padavimo transporterio ilgis : 2,75 m.

Judančių grindų ilgis iki 12,3 m.

10 paveikslas. Biokuro sandėlys

11 PRIEDAS

Biokuro sąnaudos šilumos gamyboje bei išlakos į aplinkos orą apskaičiavimai

Biokuro sąnaudos pagaminti 52623 MWh/m. šilumai, apskaičiuojamos pagal metodikos 3.4 poskyrio 8 formulę: $B = 52623 \cdot 3,6 / [12,52 \cdot 0,98] = 15440 \text{ t/m.}$

Dujų kiekis garo gamybai: $B_{(prieš)} = 52623 \cdot 3,6 / [33,49 \cdot 0,89] = 6355,8 \text{ tūkst. nm}^3$;

Apskaičiuojamas pagaminamas šilumos kiekis deginant biokurą pagal metodikos 3.4 poskyrio 15 formulę: $Q = 15440 \cdot 14,12,52 / 1000 / 3,6 = 53696,9 \text{ MWh/m.}$

Išlakų, išmetamų į aplinkos orą kiekis, apskaičiuojamos pagal metodikos 3.4 poskyrio 10,11,13,14,16 formules:

Anglies monoksido (CO) išlakos:

$$M_{CO(dujų)} = 0,001 \cdot 8,4 \cdot 6355,8 \cdot (1 - 0) = 53,4 \text{ t/m.};$$

$$M_{CO(biokuro)} = 0,001 \cdot 3,13 \cdot 15440 \cdot (1-0) = 48,3 \text{ t/m.}$$

Azoto oksidų (NO_x) išlakos:

$$M_{NO_x(\text{dujų})} = 0,001 \cdot 6355,8 \cdot 33,5 \cdot 0,1 \cdot (1-0) = 21,3 \text{ t/m.};$$

$$M_{NO_x(\text{biokuro})} = 0,001 \cdot 15440 \cdot 12,52 \cdot 0,1 \cdot (1-0) = 19,3 \text{ t/m.}$$

Anglies dioksido (CO_2) išlakos:

$$M_{CO_2(\text{dujų})} = 6355,8 \cdot 1,896 = 12050,6 \text{ t/m.}$$

Kietųjų dalelių išlakos apskaičiuojamos pagal formulę:

$$M_{KD} = 15440 \cdot 1 \cdot 0,0019 \cdot (1-0) = 29,3 \text{ t/m.}$$

Nuostoliai deginant kurą:

$$N_{(biokuro)} = 53696,9 \cdot 0,02 = 1074 \text{ MWh/m.}$$

Elektros energijos kiekis reikalingas šilumos gamyboje

Elektros energijos kiekis, reikalingas 58438 MWh/m. šilumos energijos pagaminti skaičiuojamas pagal metodikos 3.4 poskyrio 18 formulę:

$$\text{Deginant dujas } Q_{el.} = 9 \cdot 58438 = 525942 \text{ kWh/m.} = 525,9 \text{ MWh}_{el.} / \text{m.};$$

$$\text{Deginant biokurą } Q_{el.} = 9 \cdot 53696,9 = 483272,1 \text{ kWh/m.} = 483,3 \text{ MWh}_{el.} / \text{m.}$$

čia: $Q_{el.}$ – el. energijos kiekis, reikalingas 1 MWh šiluminės energijos pagaminti, $Q_{el.}$ - 9 - 11 kWh/MWh (deginant gamtines dujas (GUDZINSKAS 2011)(28)).

Biokuro katilinės išmetamų teršalų skaičiavimai

Pateikiami 4.8.1.3 Biokuro katilinės įdiegimo šilumos energijos (garo) gamybai. Gamtinių dujų sąnaudos elektros gamybai apskaičiuojamos pagal metodikos 3.4 poskyrio 8 formulę:

$$B_{(prieš)} = 525,9 \cdot 3,6 / [33,49 \cdot 0,89] = 63,5 \text{ tūkst. nm}^3;$$

$$B_{(po)} = 483,3 \cdot 3,6 / [33,49 \cdot 0,89] = 58,4 \text{ tūkst. nm}^3.$$

Išmetamų į aplinkos orą kiekis, apskaičiuojamas pagal metodikos 3.4 poskyrio 10,11,13 formules:

Azoto oksidai (NO_x):

$$M_{NO_x(\text{prieš})} = 0,001 \cdot 63,5 \cdot 33,49 \cdot 0,1 = 0,21 \text{ t/m};$$

$$M_{NO_x(\text{po})} = 0,001 \cdot 58,4 \cdot 33,49 \cdot 0,1 = 0,19 \text{ t/m.}$$

Anglies monoksidas (CO):

$$M_{CO(\text{prieš})} = 0,001 \cdot 8,373 \cdot 63,5 \cdot (1-0) = 0,5 \text{ t/m};$$

$$M_{CO(\text{po})} = 0,001 \cdot 8,373 \cdot 58,4 \cdot (1-0) = 0,4 \text{ t/m.}$$

Anglies dvideginio (CO_2):

$$M_{CO_2(\text{prieš})} = 63,5 \cdot 1,8961 = 120,4 \text{ t/m.};$$

$$M_{CO_2(\text{po})} = 58,4 \cdot 1,8961 = 110,7 \text{ t/m (Lietuvos dujos)(120).}$$

Biokuro sąnaudos pagaminti 52623 MWh/m. šilumai, biokuro energetinė vertė bei susidarančios išlakos į aplinkos orą, pateikiami 13 priede. apskaičiuojamos pagal metodikos 3.4 poskyrio 8 formulę, :

$$B_{(prieš)} = 52623 \cdot 3,6 / [8,22 \cdot 0,98] = 23516 \text{ t/m.}$$

$$B_{(po)} = 52623 \cdot 3,6 / [12,52 \cdot 0,98] = 15440 \text{ t/m.}$$

Reikalingas biokuro kiekis pagal energetinę vertę apskaičiuojamas pagal metodikos 3.4 poskyrio 19 formulę (Valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija):

$$X = \frac{23516 \cdot 8,22}{41,86} = 4617,8 \text{ t}_{ne}$$

$$X = \frac{15440 \cdot 8,22}{41,86} = 3031,9 \text{ t}_{ne}$$

Išlakų, išmetamų į aplinkos orą kiekis, apskaičiuojamas pagal metodikos 3.4 poskyrio 10,11,13,14,16 formules:

Anglies monoksido (CO) išlakos:

$$M_{CO(prieš)} = 0,001 \cdot 2,055 \cdot 23516 \cdot (1 - 0) = 48,3 \text{ t/m.};$$

$$M_{CO(po)} = 0,001 \cdot 3,13 \cdot 15440 \cdot (1 - 0) = 48,3 \text{ t/m.}$$

Azoto oksidų (NO_x) išlakos:

$$M_{NOx(prieš)} = 0,001 \cdot 23516 \cdot 8,22 \cdot 0,1 \cdot (1 - 0) = 19,3 \text{ t/m.};$$

$$M_{NOx(biokuro)} = 0,001 \cdot 15440 \cdot 12,52 \cdot 0,1 \cdot (1 - 0) = 19,3 \text{ t/m.}$$

Kietųjų dalelių išlakos į aplinkos orą apskaičiuojamos pagal formulę:

$$M_{KD(prieš)} = 23516 \cdot 1 \cdot 0,0019 \cdot (1 - 0) = 44,7 \text{ t/m.}$$

$$M_{KD(po)} = 15440 \cdot 1 \cdot 0,0019 \cdot (1 - 0) = 29,3 \text{ t/m.}$$

Nepavojingos degimo produktų atliekos apskaičiuojamos pagal metodikos 3.4 poskyrio 20 formulę:

$$\eta = 23516 \cdot 0,5 - 44,7 = 73 \text{ t/m.};$$

$$\eta = 15440 \cdot 0,3 - 29,3 = 17 \text{ t/m.}$$

13 PRIEDAS

Biokuro katilinė



Pagrindiniai parametrai:

Galingumas: 300 kW – 20 MW;

Slėgis: 4,0 – 21,0 Bar;

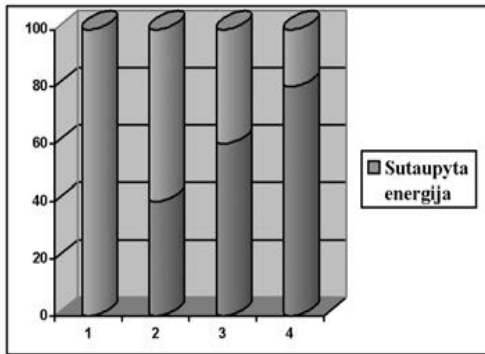
Temperatūra: 110 °C – 180 °C;

Kuras: deginti tinka įvairus biokuras;

11 paveikslas. Biokuro katilinė

Rotacinio šilumokaičios savybės

Šalinamo oro šiluminės energijos panaudojimas yra vienas populiariausių ir didžiausių efektą duodantis energijos (šilumos) taupymo būdas mechaninėje vėdinimo sistemoje. Didžiausias energijos sutaupymas ir šilumos atgavimas pasiekiamas naudojantis rotaciniu šilumokaičiu (~80 proc.) (žr. 12 paveikslą).



12 paveikslas. Sutaupyta energijos dalis, %

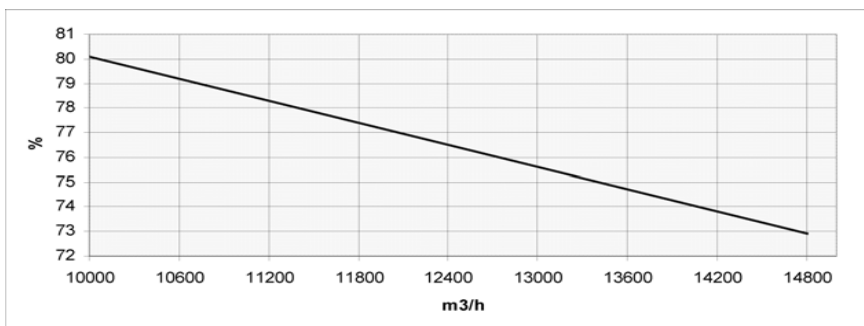
Paaiškinimai: 1 – vėdinimo sistemos be šilumos atgavimo; 2 – šilumos atgavimas panaudojant tarpinį šilumos nešėją; 3 – naudojantis plokštelinį rekuperatorių; 4 – su rotaciniu šilumokaičiu.

Šaltinis: (Energijos vartotojo audito pramonės įmonėse vadovas).

Rotaciniai šilumokaičiai pasižymi ir kitomis savybėmis t. y.:

1. Dideliu naudingumo koeficientu – iki 85 proc.;
2. Kompaktiškumu;
3. Stabiliu veikimu;

Svarbu pažymėti, kad rotacinio šilumokaičio efektyvumas kinta priklausomai nuo per jį einančio oro kiekį (žr. 13 paveikslą).



13 paveikslas. Rotacinio šilumokaičio efektyvumo priklausomybė nuo oro kiekio

Šaltinis: (Energijos vartotojo audito pramonės įmonėse vadovas)

Iš gamybinių patalpų išeinančio oro temperatūra yra + 23°C, kuri gali būti panaudojama patalpų šildymui, įdiegus rekuperacinę sistemą.

Oro temperatūra, oro santykinis drėgnumas, oro judėjimo greitis ir šiluminio spinduliavimo intensyvumas yra svarbiausi darbo aplinkų parametrai, kurie pagal darbo pobūdį turi užtikrinti tinkamą darbo aplinkos mikroklimatą.

Rotacinio šilumokaičio vertinimas

Įvertinus rotacinio šilumokaičio efektyvumą pagal šalinamą orą, šiluminės energijos perdavimas, po šilumos mainų apskaičiuojamas pateiktas pagal metodikos 3.4 poskyrio 24 formulę:

$$Q_{A(\text{Cheminis})} = 85,24 \cdot 0,82 = 69,9 \text{ MWh/m.};$$

$$Q_{A(\text{Verpimo})} = 129,3 \cdot 0,82 = 106,03 \text{ MWh/m.};$$

$$Q_{A(\text{Re generacinis})} = 52,14 \cdot 0,82 = 42,8 \text{ MWh/m.}$$

KOMPAKT REGO 7000

Sienulių storis	45 mm
Masė	780 (270/230/280) kg
Nominalus penguinio našumas	7000 m ³ /h
Maitinimas	3~400 V
Maksimalus srovės stiprumas	9,9 A
Spalva	RAL 7035
Automatikos vakdiklis	KOMFOVENT CS



Įrenginio našumas – 7000 m³/h.;

Oro filtrai (į patalpas ir iš patalpų) tipas - kišeniniai, 2 vnt.

Ventiliatorių varikliai EC:

Galia – 1400 W;

Sukimosi greitis – 1680 aps./min.

14 paveikslas. Rotaciniai šilumokaičiai

Iš gamybos patalpų per ventiliacinę sistemą išeinantis šilumos kiekis bei šilumos nuostoliai apskaičiuojami pagal metodikos 3.4 poskyrio 22, 23 formules. Dienolaispniai apskaičiuojami pagal metodikos 3 poskyrio 23 formulę įvertinant temperatūrų skirtumą ir šildymo sezono dienas: $DD = (23 - (-5)) \cdot 212 = 5936$

Šildymo nuostoliai, patiriami vėdinant patalpas apskaičiuojami pagal metodikos 3.4 poskyrio 22 formulę:

$$Q_{V(\text{cheminiam})} = 2 \cdot 0,36 \cdot 199454 \cdot 5936 = 85,2 \text{ MWh};$$

$$Q_{V(\text{verpimo})} = 2 \cdot 0,36 \cdot 302431 \cdot 5936 = 129,3 \text{ MWh};$$

$$Q_{V(\text{regeneracija})} = 2 \cdot 0,36 \cdot 121998 \cdot 5936 = 52,1 \text{ MWh}.$$

Ventiliacinės sistemos išmetimų į aplinkos orą skaičiavimai

4.8.1.4 Ventiliacinės sistemos su šilumos regeneracijos įvertinimo skyrius. Sunaudojamų gamtinių dujų kiekio skaičiavimai ir poveikis aplinkai skaičiavimai. Gamtinių dujų sąnaudos elektros gamybai apskaičiuojamos pagal metodikos 3.4 poskyrio 8 formulę

$$B_{(\text{prieš})} = 408,2 \cdot 3,6 / [33,49 \cdot 0,89] = 49,3 \text{ tūkst. nm}^3;$$

$$B_{(\text{po})} = 344,7 \cdot 3,6 / [33,49 \cdot 0,89] = 41,6 \text{ tūkst. nm}^3.$$

(Priimta, kad šilumos energija tinkluose gaminama, deginant gamtines dujas.)

Išmetamų į aplinkos orą kiekis, apskaičiuojamos pagal metodikos 3.4 poskyrio 10,11,13 formules:

Azoto oksidai (NO_x):

$$M_{NOx(\text{prieš})} = 0,001 \cdot 49,3 \cdot 33,49 \cdot 0,1 = 0,16 \text{ , t/m};$$

$$M_{NOx(\text{po})} = 0,001 \cdot 41,6 \cdot 33,49 \cdot 0,1 = 0,14 \text{ , t/m}.$$

Anglies monoksidas (CO):

$$M_{CO(\text{prieš})} = 0,001 \cdot 8,373 \cdot 49,3 \cdot (1 - 0) = 0,41 \text{ , t/m};$$

$$M_{CO(\text{po})} = 0,001 \cdot 8,373 \cdot 41,6 \cdot (1 - 0) = 0,35 \text{ , t/m}.$$

Anglies dvideginio (CO₂):

$$M_{CO_2(\text{prieš})} = 49,3 \cdot 1,8961 = 93,48 \text{ , t/m.};$$

$$M_{CO_2(po)} = 41,6 \cdot 1,8961 = 78,88, \text{ t/m (Lietuvos dujos)(120).}$$

Gamtinių išteklių kiekis (gamtinių dujų), reikalingas 266,6 MWh/m. ir 47,9 MWh/m. šilumos energijos pagaminti apskaičiuojamas pagal metodikos 3.4 poskyrio 8 formulę:

$$B_{priš} = 266,6 \cdot 3,6 / [33,49 \cdot 0,89] = 32,2 \text{ tūkst. nm}^3.$$

$$B_{po} = 47,9 \cdot 3,6 / [33,49 \cdot 0,89] = 5,8 \text{ tūkst. nm}^3.$$

Išlakų, išmetamų į aplinkos orą kiekis, kai deginamos gamtinės dujos apskaičiuojamos pagal metodikos 3.4 poskyrio 10,11,13 formules:

Azoto oksidai (NO_x):

$$M_{NO_x} = 0,001 \cdot 32,2 \cdot 33,49 \cdot 0,1 \cdot (1 - 0) = 0,1, \text{ t/m.}$$

$$M_{NO_x} = 0,001 \cdot 5,8 \cdot 33,49 \cdot 0,1 \cdot (1 - 0) = 0,02, \text{ t/m.}$$

Anglies monoksidas (CO):

$$M_{CO} = 0,001 \cdot 8,372 \cdot 32,2 \cdot (1 - 0) = 0,27, \text{ t/m.}$$

$$M_{CO} = 0,001 \cdot 8,372 \cdot 5,8 \cdot (1 - 0) = 0,05, \text{ t/m.}$$

Anglies dvideginio (CO₂):

$$M_{CO_2} = 32,2 \cdot 1,8961 = 61,1, \text{ t/m.}$$

$$M_{CO_2} = 5,8 \cdot 1,8961 = 11, \text{ t/m.}$$