

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS INSTITUTAS

Aidas Urbonas

**Inovatyvių medžiagų panaudojimo galimybių tyrimai „Bag-in-Box“ tipo
pakuočių gamyboje taikant taršos prevencijos priemones ir būvio ciklo
požiūrį**

Magistro darbas

Vadovas

Doc. dr. Visvaldas Varžinskas

KAUNAS, 2015

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS INSTITUTAS

**Inovatyvių medžiagų panaudojimo galimybių tyrimai „Bag-in-Box“ tipo
pakuočių gamyboje taikant taršos prevencijos priemones ir būvio ciklo
požiūrį**

Baigiamasis magistro darbas

Aplinkos apsaugos vadyba ir švaresnė gamyba

Studijų programa 621H17002

Vadovas

(parašas) Doc. dr. Visvaldas Varžinskas

(data)

Recenzentas

(parašas) Dr. Eugenijus Milčius

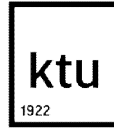
(data)

Darbą atliko

(parašas) Aidas Urbonas

(data)

KAUNAS, 2015



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

.....
(Fakultetas)

.....
(Studento vardas, pavardė)

.....
(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo projekto „**Inovatyvių medžiagų panaudojimo galimybių tyrimai „Bag-in-Box“ tipo pakuočių gamyboje taikant taršos prevencijos priemonės ir būvio ciklo požiūrį**“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 ____ m. _____ d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Aido Urbono**, baigiamasis projektas tema „**Inovatyvių medžiagų panaudojimo galimybių tyrimai „Bag-in-Box“ tipo pakuočių gamyboje taikant taršos prevencijos priemonės ir būvio ciklo požiūrį**“ 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)

Urbonas A. Analysis of innovative material use opportunities in production of „Bag-in-Box“ packaging by applying pollution prevention and life cycle approach. Masters final paper / supervisor doc. dr. Visvaldas Varžinskas; Kaunas University of Technology, Faculty of Chemical Technology. Kaunas, 2015.06 p. 54

SUMMARY

Large demand of "Bag-in-Box" (BIB) type of packaging around the world is becoming urgent environmental topic, as the packaging is one of the largest sources of pollution. Materials used in BIB type of packaging - PE, PA, PET, Al, etc. - making some impact on the environment and our goal is to reduce this effect.

This paper analyzes the BIB type of packaging. From the manufacturer we received two types of 5-liter BIB bags that we have investigated and determined the environmental impact of these materials. To determine the suitability of the material determination of just the environmental impact is now no longer sufficient, therefore we need to perform mechanical tests.

Mechanical Research purpose - to confirm the results of the environmental impact or deny them. Knowing the barrier properties of the materials and the impact on the environment, we can make specific conclusions, but it would still be appropriate to perform some other mechanical tests.

After performing the mechanical tests and knowing the environmental impact, assessing that the barrier properties of materials are good, we can conclude: low environmental impact and good mechanical properties - suitable material; a significant environmental impact and good mechanical properties - need to look for alternatives; significant environmental impact and the poor mechanical properties - the material is inappropriate. If environmentalists and BIB packaging manufacturers want to be innovative, they need to consider not only the environmental impact and barrier properties, but also mechanical tests.

Urbonas A. **Inovatyvių medžiagų panaudojimo galimybių tyrimai „Bag-in-Box“ tipo pakuočių gamyboje taikant taršos prevencijos priemones ir būvio ciklo požiūrį.** Magistro baigiamasis darbas / vadovas doc. dr. Visvaldas Varžinskas; Kauno technologijos universitetas, cheminės technologijos fakultetas.

Kaunas, 2015.06 p. 54

SANTRAUKA

Esant didelei „Bag-in-Box“ (BIB) tipo pakuočių paklausai, visame pasaulyje aktuali tampa ir aplinkosaugos tema, kadangi pakuotės yra vienas iš didžiausių taršos šaltinių. BIB tipo pakuotėje naudojamos medžiagos – PE, PA, PET, Al ir kt. – daro tam tikrą poveikį aplinkai ir mūsų tikslas yra šį poveikį mažinti.

Šiame darbe analizuojamos BIB tipo pakuotės. Iš gamintojo gauti dviejų tipų 5 litrų BIB maišai, kuriuos ištyrus buvo nustatytas naudojamų medžiagų poveikis aplinkai. Kadangi medžiagos tinkamumui nustatyti šiuo metu jau nebeužtenka tik aplinkosauginio poveikio aplinkai nustatymo, atlikti ir mechaniniai tyrimai.

Mechaninių tyrimų tikslas – patvirtinti poveikio aplinkai rezultatus arba juos paneigti. Žinant medžiagų barjerines savybes ir poveikį aplinkai, galime daryti vienokias ar kitokias išvadas, tačiau būtų tikslinga atlikti ir vienokius ar kitokius mechaninius tyrimus.

Atlikus mechaninius tyrimus ir žinant poveikį aplinkai, vertinant, kad barjerinės savybės geros, galime daryti išvadas: mažas poveikis aplinkai ir geros mechaninės savybės – tinkama medžiaga; didelis poveikis aplinkai ir geros mechaninės savybės – reikia ieškoti alternatyvos; didelis poveikis aplinkai ir blogos mechaninės savybės – medžiaga netinkama. Dėl to aplinkosaugininkams ir BIB tipo pakuočių gamintojas norint būti inovatyviais, reikia atsižvelgti ne tik į poveikį aplinkai ir barjerines savybes, bet ir į mechaninių tyrimų rezultatus.

Turinys

Įvadas.....	10
1 BIB TIPO PAKUOTĖS, JŲ KŪRIMO, NAUDOJIMO IR ATLIEKŲ TVARKYMO TEISINIS REGLAMENTAVIMAS.....	11
1.1 Pakavimas.....	11
1.2 Riba tarp pakavimo ir produkto	12
1.3 Pakuotėje naudojamos medžiagos.....	13
1.4 Kartondėžės su maišeliu („Bag-in-Box“) tipo skystų produktų pakavimo sistema: pakuočių įvairovė, panaudojimo sritys ir privalumai	15
1.4.1 Kas yra BIB pakuotė?.....	16
1.4.2 Kaip BIB pakuote naudotis galutiniam produkto vartotojui?.....	17
1.4.3 BIB pakuočių panaudojimo sritys.....	17
1.4.4 Pritaikymo įvairovė gėrimų segmente.....	18
1.4.5 Pritaikymas kitiems maisto produktams pakuoti	19
1.4.6 Kiti skysti produktai	20
1.4.7 BIB palyginimas su kietomis pakuotėmis	22
1.4.8 BIB pakuotės pranašumai aplinkosauginiu požiūriu.....	22
1.4.9 Aseptinė BIB pakuotė ir aseptinis pakavimas	23
1.4.10 Aseptinė BIB pakuotė ir jos nauda.....	24
1.5 BIB pakuočių aplinkosauginis, ekonominis ir socialinis įvertinimas pagal darniosios pramonės plėtros principus ir optimizavimo galimybių tyrimas.....	25
1.6 ISO standartai gaminių būvio ciklo vertinimui.....	25
1.7 Standartai reglamentuojantys pakuotes ir pakuočių tvarkymą	26
2 BIB TIPO PAKUOČIŲ POVEIKIO APLINKAI IR MECHANINIŲ SAVYBIŲ NUSTATYMO METODIKŲ APŽVALGA.....	28
2.1 Pakuotės. Pakuočių būvio ciklo analizės kriterijų metodikos	28
2.1.1 Tikslas ir srities apibūdinimas.....	28
2.1.2 Funkcija, funkcinis vienetas ir srauto pradžia	29
2.1.3 Paskirstymas	30
2.2 Būvio ciklo įvertinimo svarba, inventorinė analizė ir poveikio vertinimas	32
2.2.1 Būvio ciklo inventorinė analizė	34
2.2.2 Būvio ciklo poveikio vertinimas	34
2.3 Būvio ciklo interpretacija	34
2.3.1 Pagrindiniai duomenų taškai, nustatymai ir prielaidos	36
2.3.2 Trūkumai, neapibrėžtumai ir rezultatų reikšmė.....	37
2.4 Tolimesni reikalavimai ir aspektai, kuriuos reikia svarstyti.....	37

2.5	Būvio ciklo įvertinimo metodikos.....	37
2.5.1	„CCaLC2“ ir „ECO-it“ programinės įrangos apžvalga.....	38
2.5.2	Duomenų kokybė	39
2.6	Plėvelės mechaninių savybių nustatymo tyrimų metodika.....	40
3	BIB TIPO PAKUOČIŲ BŪVIO CIKLO ĮVERTINIMO TYRIMAI. PLĖVELIŲ MECHANINIŲ SAVYBIŲ TYRIMAI	42
3.1	Plėvelės, su poliamido sluoksniu, poveikio aplinkai ir mechaniniai tyrimai	43
3.2	Plėvelės, su aliuminio sluoksniu, poveikio aplinkai ir mechaniniai tyrimai	44
3.3	Abiejų tipų plėvelės, poveikio aplinkai ir mechaninių, savybių palyginimas	46
3.4	Poveikio aplinkai nustatymas naudojant „ECO-it“ programinę įrangą	50
	Išvados	52
	Literatūros sąrašas	54
	Priedai	57

Lentelių sąrašas

Lentelė 1. Įvairių dangų savybės.....	14
Lentelė 2. Polimerų pralaidumo įvairioms dujoms lyginamasis koeficientas prie 25 OC ir esant 0 % santykinei oro drėgmei	15
Lentelė 3. Rekomenduojami tempimo greičiai pagal ISO 527-1:1993 standartą.....	41
Lentelė 4. Visų tirtų medžiagų charakteristikos.....	42
Lentelė 5. Maišo su poliamido sluoksniu sudedamųjų medžiagų charakteristikos	43
Lentelė 6. Maišo su aliuminiu sudedamųjų dalių charakteristikos	44

Paveikslų sąrašas

1 pav. BIB pakuočių pavyzdžiai su įvairiais produktais	16
2 pav. Operacijų seka, naudojantis BIB pakuote	17
3 pav. BIB pakuotė alui	19
4 pav. BIB tipo pakuotė šaltai kavai ir vandeniui	19
5 pav. BIB pakuotė maistiniam aliejui	20
6 pav. Kiaušinio tryniai BIB pakuotėje	20
7 pav. BIB pakuotėje supakuoti chemikalai	21
8 pav. Produkto BIB ir stiklo pakuotėje bendros masės palyginimas	22
9 pav. Kitų pakuočių poveikio aplinkai palyginimas su BIB	23
10 pav. Pakavimo sistemos būvio ciklo iliustracija	29
11 pav. KTU Pakavimo inovacijų ir tyrimų centro tempimo įrenginys	41
12 pav. Bandinio nurodymai pagal ISO 527-3	41
13 pav. Mechaninių savybių tyrimo bandiniai	42
14 pav. BIB tipo pakuotės, su poliamido sluoksniu, anglies pėdsakas	43
15 pav. Plėvelės pasipriešinimo tempimui, jėgos priklausomybė nuo deformacijos	43
16 pav. Originalus tempimo grafikas (siūlė, maišo su PA), naudojant metodikoje paminėtą tempimo aparatą	44
17 pav. BIB tipo pakuotės, su aliuminio sluoksniu, anglies pėdsakas	45
18 pav. Plėvelės pasipriešinimo tempimui jėgos priklausomybė nuo deformacijos (Al)	45
19 pav. Polietileno atsisluoksniavimas nuo aliuminio sluoksnio	46
20 pav. Originalus tempimo grafikas (siūlė, maišo su Al), naudojant metodikoje paminėtą tempimo aparatą	46
21 pav. Maišų poveikio aplinkai palyginimas	47
22 pav. Polietileno tereftalato su aliuminiu barjerinių savybių palyginimas su poliamido barjerinėmis savybėmis	47
23 pav. Poliamido ir aliuminio plėvelių sluoksnių palyginimas	48
24 pav. Plėvelės su PA sluoksniu, visų bandinių bendras grafikas	49
25 pav. Plėvelės su Al sluoksniu, visų bandinių bendras grafikas	49
26 pav. Aliuminio ir poliamido poveikis aplinkai gamybos ir šalinimo metu (ECO-it)	50
27 pav. Plėvelių poveikis aplinkai militaškais (mPt)	51

Įvadas

Tyrimo aktualumas. Šiuo metu BIB tipo maišų naudojimas yra labai svarbi tema visame pasaulyje. BIB pakuotė sparčiai veržiasi į rinką, kadangi yra patogesnė, „žalesnė“ už stiklinius bei plastikinius butelius.

Esant didelei paklausai, visame pasaulyje aktuali tampa ir aplinkosaugos tema, kadangi pakuotės yra vienas iš didžiausių taršos šaltinių. BIB pakuotėje naudojamos medžiagos – PE, PA, PET, Al ir kt. – daro tam tikrą poveikį aplinkai ir mūsų tikslas yra šį poveikį mažinti. Poveikio aplinkai mažinimas dažniausiai įmanomas mažinant pakuotes, o tai atliekame ekologinio projektavimo pagalba („ECO-it“, „SimaPro“, „EcoScan“, „CCaLC2“ ir kt.).

Tyrimo problema. Didelis BIB tipo pakuočių medžiagų sunaudojimas. Reikia minimizuoti pakuotes, iš kelių naudojamų medžiagų išsirinkti geresnių barjerinių savybių bei draugiškesnę aplinkai plėvelę. Kadangi šiuo metu sprendimams pagrįsti neužtenka tik poveikio aplinkai vertinimo, tikslinga naudoti ne tik būvio ciklo požiūrį, bet ir plėvelių mechaninių savybių tyrimus. Mechaniniai tyrimai gali patvirtinti poveikio aplinkai rezultatus (draugiškesnis aplinkai – mechaninės savybės geros), arba paneigti (draugiškas aplinkai – mechaninės savybės prastos).

Tyrimo objektas. 5 litrų BIB tipo maišai, kurių gamybai siūloma naudoti polietileno ir poliamido sluoksnius, kito – polietileno ir metalizuoto polietileno tereftalato sluoksnius.

Tyrimo tikslas. Įvertinus rinkoje tiekiamų medžiagų poveikį aplinkai ir mechanines savybes, pagal darnios plėtros principus, parinkti ir rekomenduoti optimalią medžiagą BIB tipo pakuočių gamybai.

Tyrimo uždaviniai:

1. Išanalizuoti BIB pakuočių gamybos ir praktikoje naudojamų medžiagų specifiką bei technines charakteristikas;
2. Išnagrinėti teisinius reikalavimus, higienos normas ir kitas sąlygas reglamentuojančias BIB gamybos procesus ar medžiagų pasirinkimą;
3. Ištirti rinkoje tiekiamų medžiagų, kurias galima panaudoti BIB tipo pakuotei gaminti, mechanines savybes ir poveikį aplinkai (BCI);
4. Remiantis gautais rezultatais pateikti išvadas ir rekomendacijas gamintojams, kurios leistų priimti darnios plėtros principais pagrįstą sprendimą dėl pasirenkamų medžiagų pakuotės gamybai.

1 BIB TIPO PAKUOTĖS, JŲ KŪRIMO, NAUDOJIMO IR ATLIEKŲ TVARKYMO TEISINIS REGLAMENTAVIMAS

1.1 Pakavimas

Produkto pakuotės laikymasis tarptautinės rinkos reikalavimų yra pagrindinė sąlyga, norint parduoti pagamintas prekes. Kai projektuojama ekologiška pakuotė, tam tikros pakuotės funkcijos yra ypatingai svarbios, siekiant užtikrinti pagamintų prekių konkurencingumą:

- galimybė racionaliai padėti produktą pakuotėje;
- gauti tinkamą supakuoto produkto kokybę per visą jo būvio ciklą ir logistikos procesus;
- produkcijos realizavimo reikalavimų atitikimas;
- produkcijos panaudojimo reikalavimų atitikimas;
- galimybė tinkamai pašalinti panaudotą produktą.

Pagal ES reikalavimus, valstybės narės privalo užtikrinti, kad tam tikra pakuotė gali būti panaudota pakuotės gamybai tik tada, jeigu ji atitinka visus reikalavimus, pateiktus ES 94/62/EB direktyvoje ir jos II priede. Nauja pakuotė gali patekti į rinką, jeigu tik gamintojas ėmėsi visų priemonių, siekiant sumažinti jos poveikį aplinkai, nepaveikiant jos esminių funkcijų. Pakuotės turi būti gaminamos apribojant jų tūrį ir svorį iki minimumo, reikalingo užtikrinti saugumo, higienos ir prekių tinkamumo vartotojui reikalavimus. Norint pasiekti šį tikslą, pagrindinis dėmesys turi būti skirtas prevencinėms priemonėms.

Šiuo atveju prevencinės priemonės reiškia pakuotės ir pakuotės atliekų medžiagų, taip pat kaip ir žalingo poveikio aplinkai, sumažinimą. Tolesnės priemonės, norint sumažinti panaudotų pakuočių kiekį sąvartynuose, apima (mažėjančia prioritetu tvarka): prekės antrinį panaudojimą, perdirbimą, kitus technologinius procesus, taikomus pakavimo atliekoms (tai medžiagų atgavimas, energija, t. t.). Europos Komisija turėtų padėti didinti prevenciją, skatindama formuoti tinkamus europinius standartus.

Siekiant įrodyti, kad nauja pakuotė buvo sukurta pagal prevencinius ir kitus principus, būtina įvykdyti tam tikrus tyrimus, susijusius su pakuote, pakuotės gamyba ir taikymo procesais. Tai yra komplikuoja užduotis dėl didelio konkretaus pakuotės testo pasirinkimo, kuris dažnai neturi bendrai žinomos (Europos Sąjungai ar šalių grupei) metodologijos.

Prevenција

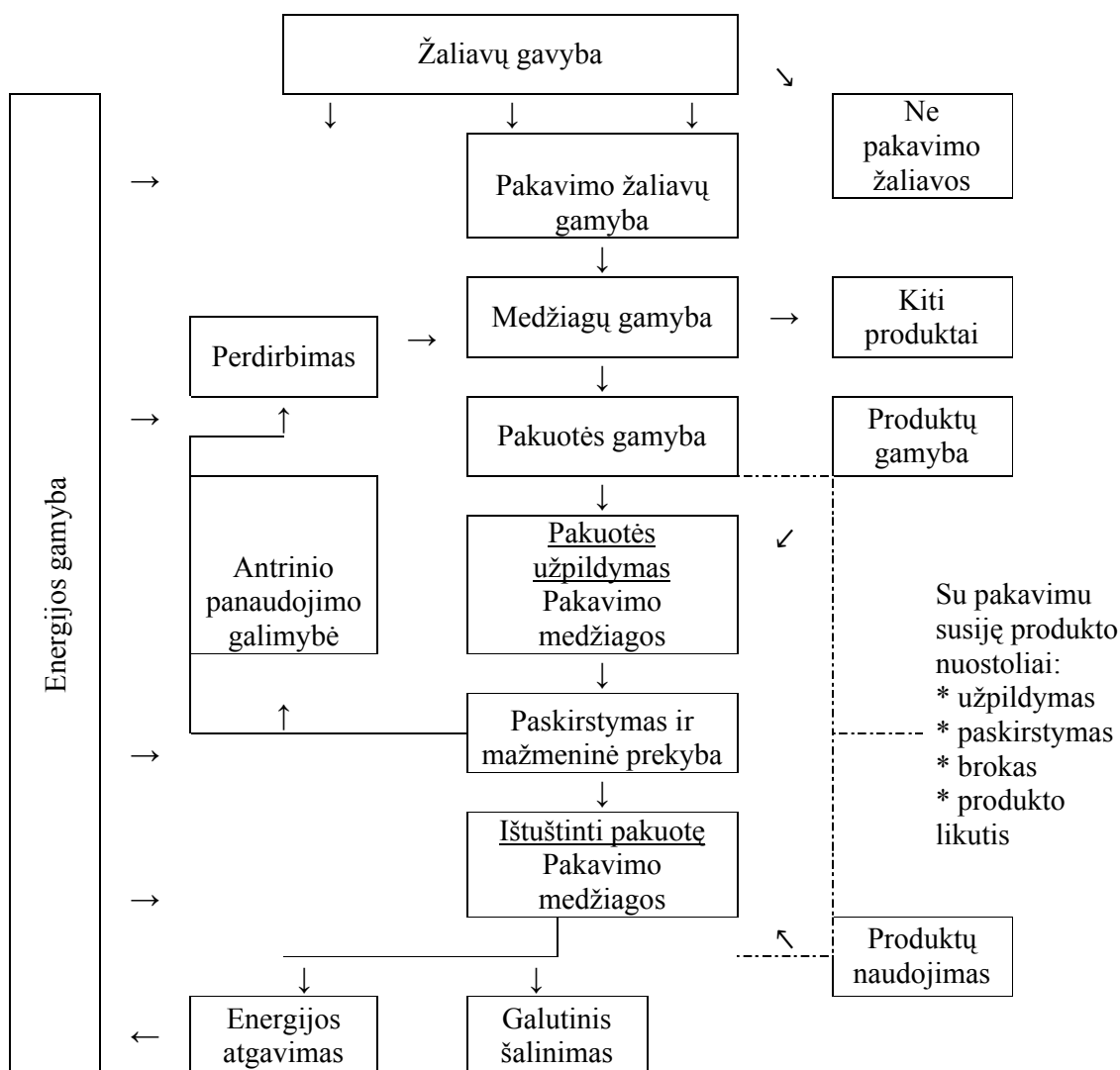
Pakuotė yra skirta produktams saugoti, laikyti, valdyti, paskirstyti ir pristatyti. Jos pagrindinis tikslas yra apsaugoti produktą nuo sugedimo ir/ar praradimo. Pradinio medžiagų kiekio

sumažinimas yra vienas iš daugelio kelių, kaip sumažinti maksimalų panaudotos pakuotės šalinimą. Siekiant išsaugoti žaliavas ir maksimaliai sumažinti atliekas, visa sistema turi būti optimizuota, įtraukiant pakavimą.

1.2 Riba tarp pakavimo ir produkto

Svarbu aiškiai nustatyti ribas tarp pakuočių ir įpakuoto produkto. Įpakuoti produktai (ir jų apdorojimo procesai) dažniausiai nėra įtraukiami į pakavimo sistemos būvio ciklo įvertinimą.

Kad ir kaip būtų, tam tikri įpakuoto produkto aspektai turėtų būti apsvarstyti, kai jie yra tiesiogiai susiję su pakavimu. Tipinės sistemos ribos tarp pakavimo ir įpakuoto produkto iliustruotos schemoje.



1 pav. Pakavimo BC ribų pavyzdys

1.3 Pakuotėje naudojamos medžiagos

Plėvelės

Viena iš pagrindinių pakuotės funkcijų yra suformuoti tinkamą aplinką maisto produktams laikyti visą laikotarpį nuo pagaminimo iki pateikimo vartotojui. Be to, pakuotė sudaro galimybę produktus patogiai pateikti vartotojui, įskaitant transportavimą ir sandėliavimą, bei tinkamai juos eksponuoti prekybos taške.

Pakuotė turi:

- išlaikyti produktą švarų ir sudaryti patikimą barjerą nuo užteršimo nešvarumais ar užkratu;
- apsaugoti nuo produkto nuostolių ar praradimų. Pakuotės konstrukcija turi garantuoti produkto apsaugą, patogumą kraunant, sandėliuojant, transportuojant, paskirstant bei vykdant rinkodaros operacijas. Šiuo požiūriu svarbu, kad pakuotės dydis, forma ir produkto kiekis būtų tinkamai parinkti;
- užtikrintų supakuotų maisto produktų apsaugą nuo pažeidimo, kurį gali sukelti fizikinės ar cheminės kilmės veiksniai, pavyzdžiui, vanduo, vandens garai, oksidacija, šviesa, kt., o taip pat vabzdžiai, graužikai ir t. t.;
- identifikuoti produktą, suteikti būtiną informaciją vartotojui ir, jei reikia, naudojimo instrukcijas;
- suteikti produktui patrauklią prekinę išvaizdą.

Plėvelių naudojimas maisto pakuočių gamybai

Polimerinės plėvelės puikiai tenkina daugumą paminėtų reikalavimų, todėl šios medžiagos yra bene plačiausiai naudojamos maisto produktams pakuoti ir pakuotei gaminti.

Polimerinių plėvelių naudojimą maisto pakuočių gamyboje lemia:

- santykinai žema kaina;
- geros barjerinės savybės, patikimai apsaugančios produktą nuo drėgmės ir dujų poveikio;
- galimybė suvirinti ir patikimai užsandarinti technologiškai paprastu ir efektyviu terminio sulydymo būdu;
- pakuotės savybės nepriklauso nuo drėgmės, jos išlieka tokios pat ir sausoje, ir drėgnoje aplinkoje;
- patogumas naudoti tiek gamintojams, logistikos tarnyboms ir prekybininkams, tiek ir vartotojams;
- mažas svoris palyginti su supakuoto produkto svoriu;

- puikus prisitaikymas prie maisto produkto formos, dėl ko sudaroma galimybė taupyti erdvę ir plotus logistikos bei prekybos operacijų metu.

Dengtos plėvelės

Siekiant pagerinti barjerines, suvirinimo ar kitas savybes, iš polimerinių plėvelių, popieriaus ar aliuminio folijos dengimo ar laminavimo būdu gaminamos reikiamų savybių turinčios kompozitinės plėvelės. Dengimas (angl. coating arba liquid lamination) nuo kito kompozitinės plėvelės gaminimo būdo, vadinamo laminavimu (angl. lamination), skiriasi tuo, jog ant pagrindo (substrato) užnešama skysta danga, kuri po to vienokiu ar kitokiu būdu yra išdžiovinama, gi laminuojant į vieną kompozitą sujungiamos dvi ar daugiau plėvelių. Dengimo būdu pagamintos kompozitinės plėvelės pavyzdžiu gali būti celiuliozės plėvelė, iš vienos pusės padengta nitroceliulioze, dėl ko labai pagerėja jos barjerinės savybės drėgmei, tuo pat metu išlaikant laidumą deguoniui. Nitroceliulioze padengus celiuliozę iš abiejų pusių, pagerėja barjerinės savybės drėgmės, deguonies ir kvapų atžvilgiu, be to, tai leidžia ją geriau suvirinti, ypač kai reikalinga plati suvirinimo siūlė. Vinilo chlorido ar vinilacetato danga plėvelei suteikia tvirtumo, ji pasižymi vidutiniu pralaidumu dujoms. Iš tokios plėvelės pagamintai rankovei būdingas tvirtumas, tūsumas, ji gerai praleidžia orą, dūmus ir drėgmę. Dėl šių savybių ji naudojama įvynioti mėsą, skirtą rūkyti ar virti.

Plėvelės tipas	Danga	Drėgmės barjeras	Oras/Kvapai	Tvirtumas	Skaidrumas	Įprastas storis, μm
Celiuliozė	-	*	***	*	***	21-40
Celiuliozė	PVDC	***	***	*	***	19-42
Celiuliozė	Aliuminis	***	***	*	-	21-42
Celiuliozė	Nitroceliuliozė	***	***	*	-	21-24
Polietilenas LDPE	-	**	*	**	*	25-200
Polietilenas HDPE	-	***	**	***	*	350-1000
Polipropilenas	-	***	*	***	***	20-40
Polipropilenas	PVDC	***	***	***	***	18-34
Polipropilenas	Aliuminis	***	***	***	-	20-30
Poliesteris		**	**	***	**	12-23
Poliesteris		***	***	***	**	-
Poliesteris		***	***	***	-	20-30

Simbolių reikšmės: * -žemas; ** -vidutinis *** - aukštas

PVDC= polivinilideno chloridas

Lentelė 1. Įvairių dangų savybės

Skirtingų polimerų, tokių kaip polietilenas (PE), polipropilenas (PP) ir poliamidas (PA), naudojimas maisto produktų pakavimo industrijoje, priklauso nuo galutinio produkto savybių.

Gamybos, tvarkymo ir pakavimo procedūros gali stipriai paveikti lanksčių pakavimo medžiagų barjerines savybes. [4]

Plona aliuminio danga suteikia labai geras barjerines savybes riebalams, dujoms, drėgmei, kvapams ir šviesai. Įvairių dangų savybės pateiktos 3.1 lentelėje [3].

Santykinį originalių polimerinių plėvelių pralaidumą įvairioms dujoms ir vandens garams iliustruoja lentelėje pateikti duomenys.

Polimeras	P (barjeras)				
	O ₂	CO ₂	N ₂	SO ₂	H ₂ O (90% santykinė drėgmė)
Linijinis žemo tankio polietilenas LLDPE	1,3-3,0	13	1,5		
Žemo tankio polietilenas LDPE	3,0-6,7	13-28	0,6-1,9	20	80
Aukšto tankio polietilenas HDPE	0,6-1,1	1,7-4,5	0,14-0,33	5,7	13
Polietilenkovinilacetatas (12%)	3,0-4,2	13,1-17,3			29
Polipropilenas	0,9-2,3	9,2	0,44	0,7	57
Polivinilchloridas	0,005-0,12	0,03-1,0	0,04	0,12	156-275
Polistirenas orientuotas	1,1-2,7	8,8-10,5	0,29-0,78	22	11-1800
Poliakrilonitrilas	0,00024	0,006			2,2

Lentelė 2. Polimerų pralaidumo įvairioms dujoms lyginamasis koeficientas prie 25 OC ir esant 0 % santykinei oro drėgmei

Laminuotos plėvelės

Laminuotos plėvelės gaminamos pagal kiek kitokią technologiją negu dengtos. Jeigu dengimas reiškia, kad ant bazinės plėvelės (substrato) užnešamas sluoksnis skysto (išlydyto ar chemiškai ištirpinto) polimero, kuris aušdamas ar džiūdamas sukimba su substratu, tai laminuojant, ant substrato pirmiau užnešamas lipnus sluoksnis, suklijuojantis substratą su kita ant jo klijuojama (polimerine) plėvele.

Plėvelės laminavimas vienu ar keliais sluoksniais naudojamas siekiant pagerinti pakuotės išvaizdą, barjerines savybes bei jos mechaninį atsparumą. [3]

1.4 Kartondėžės su maišeliu („Bag-in-Box“) tipo skystų produktų pakavimo sistema: pakuočių įvairovė, panaudojimo sritys ir privalumai

Apžvalgai panaudota įvairiuose straipsniuose, ataskaitose ar tarptautinių kartondėžių su maišeliu arba „Bag-in-Box“ (toliau tekste naudojama santrumpa BIB) pakuotės gamintojų pateikta informacija, ieškant atsakymų į šiuos klausimus:

1. Kas yra kartondėžės su maišeliu (BIB) tipo pakuotė?
2. Kaip ja naudotis galutiniam produkto vartotojui?
3. Panaudojimo sritys.
4. BIB palyginimas su kietosiomis pakuotėmis.
5. Pranašumai aplinkosauginių kriterijų požiūriu.
6. Aseptinė pakuotė ir aseptinis pakavimas.

1.4.1 Kas yra BIB pakuotė?

Pagal www.scholle.com [30], BIB pakuotę sudaro skystiems produktams talpinti skirtas minkštas plastikinis maišelis/maišas, kuris dar dedamas į (kartoninę) dėžutę, ant padėklo, į statinę, konteinerius, tarp jų – ir skirtus transportuoti.

BIB dydžių diapazonas prasideda nuo 1 litro ir gali siekti net iki 1,5 tonos.

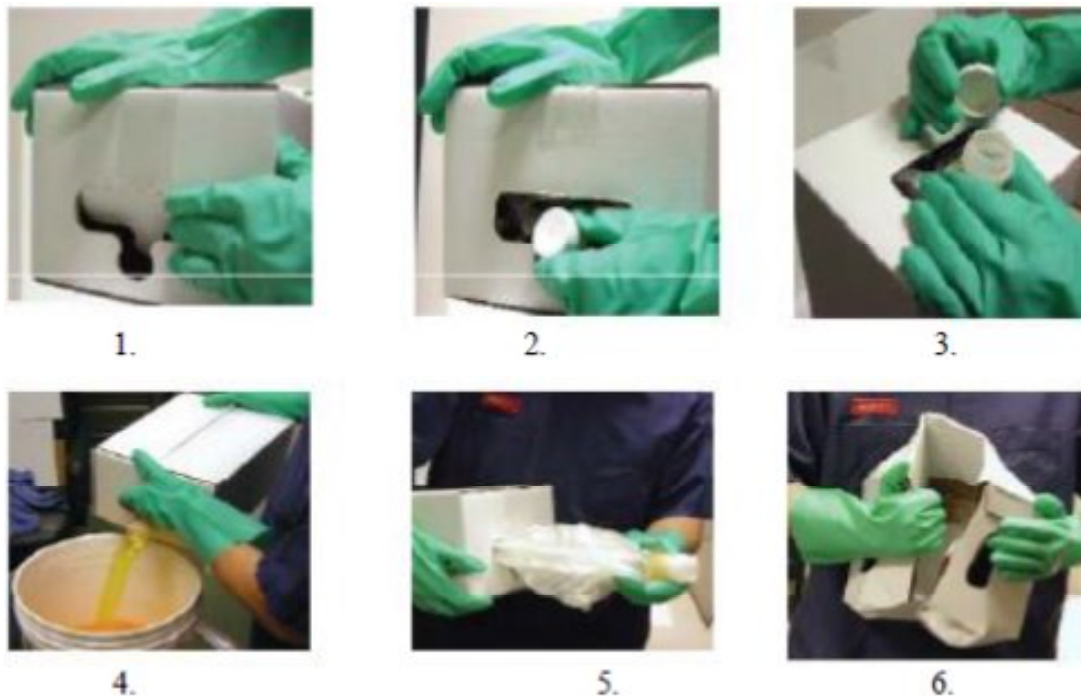
Maišelio (maišo) gamybai gali būti naudojamos pačios įvairiausios plastikinės plėvelės priklausomai nuo paskirties ir jame talpinamo produkto.

Kitas šaltinis [28] pateikia tokį BIB apibūdinimą: pakavime kartondėžės su maišeliu tipo („Bag-in-Box“) pakuote laikomi skysčiams saugoti ir transportuoti skirti konteineriai, kuriuos sudaro iš mechaniškai atsparios plėvelės pagaminta pūslė (plastikinis maišas), patalpintas gofruoto kartono dėžeje. Maišas gali būti pagamintas iš metalizuotos plastikinės plėvelės arba kitokio plastiko. Gamintojas užpildo maišą reikiamu skystu produktu ir jį užsandarina.



1 pav. BIB pakuočių pavyzdžiai su įvairiais produktais

1.4.2 Kaip BIB pakuote naudotis galutiniam produkto vartotojui?



2 pav. Operacijų seka, naudojantis BIB pakuote

Naudojimosi BIB pakuote tvarka:

1. Atveriamas perforuota kartoninės dėžės anga;
2. Ištraukiamas kranelis ir įstatomas į jam skirtą vietą perforuotoje dėžės angoje;
3. Atsukamas kranelio dangtelis ir, jeigu reikia, nuimamas sandariklis;
4. Produktas išpilamas, pasinaudojant dėžei patogiau prilaikyti padarytomis angomis;
5. Ištuštintas maišelis išimamas iš dėžės ir šalinamas su kitomis atliekomis;
6. Dėžė sulankstoma ir šalinama su atliekomis arba perdirbama.

1.4.3 BIB pakuočių panaudojimo sritys

a) *Gėrimai*

i. *Vynas*

Vyno pakavimo į BIB pakuotę privalumai:

- pakuotė sudaro tik 5 % nuo bendro 3 litrų supakuoto vyno svorio. Palyginimui, naudojant stiklinius butelius, šis santykis siekia 35 %;
- transportinių padėklų su produktais užpildymo koeficientas siekia 98 %, ir yra 40 % didesnis už analogišką koeficientą, kai kraunami stikliniai buteliai;
- didesnis pakuotės su produktu mechaninis atsparumas, ypač smūgiams.

ii. *Sirupai*

BIB pakuotė šiam produktui ypač patogi ir efektyvi, visų pirma – logistikos požiūriu.

Privalumai:

- a. produkto apsauga;
- b. galimybė visiškai perdirbti pakuotę;
- c. plona mažo svorio plėvelė;
- d. galima panaudoti arba perdirbama, arba grąžinamą daugkartinio naudojimo transportinę pakuotę;
- e. dėžių sistemos leidžia optimizuoti tiek logistikos, tiek ir pateikimo į prekybos komponentus.

iii. *Sultys*

BIB pakuotės forma leidžia patogiai, saugiai ir patikimai tiekti į prekybą ar maitinimo tinklus praktiškai bet kokias sultis.

Privalumai:

- patogi naudoti galutiniam produkto vartotojui;
- patogi vartoti šeimose, ypač kai joje yra daugiau kaip vienas narys;
- prekybos vietų lentynose jas leidžiama laikyti iki 6-8 mėn;
- 4 savaičių produkto suvartojimo laikas, atidarius pakuotę.

(Pagal [26])

1.4.4 Pritaikymo įvairovė gėrimų segmente

i. Alus

Firma „Rapak“ pirmoji sukūrė 25 litrų talpos alaus sistemą, galinčią pakeisti nerūdijančio plieno statines.

Dėl mažo svorio (sveria tik 950 g), ji realiai gali tapti „ateities statine“.

Ši nauja BIB technologija tinka beveik visoms alaus rūšims ir pasižymi:

- pačios pakuotės pigumu;
- mažesnėmis logistikos išlaidomis;
- ilgesniu sandėliavimo laiku;
- eliminuoja taros grąžinimo sąnaudas;
- alaus puta pasižymi stabilumu, ilgiau išsilaiko;
- atveria naujas galimybes eksporto prasme:

Palyginkime tame pačiame tūryje transportuojamo alaus kieki: 18 x 30 l alaus statinaičių = 540 l alaus, kiekvienos statinaitės brutto svoris 40 kg, taros svoris 10 kg; BIB atveju 36



x 25 l = 900 l alaus, vienoje pakuotėje 0,95 kg taros svoris/26 kg brutto svoris (Panaudota informacija iš [27]).

3 pav. BIB pakuotė alui

i. Vanduo

BIB pakuotė patogi ne tik distribucijai, bet ir vartoti viešose vietose savitarnos būdu, taip pat ir vartoti namų sąlygomis.

Privalumai:

- pritaikyta vartotojui;
- mažo svorio;
- patogi naudoti;
- universali;
- higieniška;
- efektyvi.

ii. Kava/Arbata

BIB pakuotė kavai ir arbatai yra efektyvi ne tik kainos požiūriu, bet ir dėl funkcionalumo.

Privalumai:

- visiškai perdirbama;
- lengva;
- lengvai įrengiama/inkorporuojama į vartotojui pritaikytus įrenginius, pakeičiančius įprastus, naudojamus pardavimo vietose.



4 pav. BIB tipo pakuotė šaltai kavai ir vandeniui

1.4.5 Pritaikymas kitiems maisto produktams pakuoti

i. Pieno produktai

Pieno pramonė galėtų turėti nemažai naudos išnaudodama BIB pakuočių ekonomiškumą ir higienines savybes.

Privalumai:

- geros plėvelių barjerinės savybės garantuoja produkto savybių išlaikymą;
- pakuotė visiškai perdirbama;
- universalumas ir lankstumas leidžia prisitaikyti prie bet kokių specifinių konkrečiau panaudojimo reikalavimų;

ii. *Maistinis aliejus*

Maistiniam aliejui BIB pakuotė labai tinkama dėl savo funkcionalumo ir žemos kainos.



Privalumai:

- pritaikyta vartotojui;
- mažo svorio;
- patogi naudoti;
- universali, lanksti;
- higieniška.

5 pav. BIB pakuotė maistiniam aliejui

iii. *Skysti kiaušiniai, padažai, sriubos*

Šiems produktams BIB pakuotė ypač patogi, pigi ir labai higieniška.



Privalumai:

- pritaikyta vartotojui;
- mažo svorio;
- patogi naudoti;
- universali/lanksti;
- higieniška;
- efektyvi;
- mažai atliekų.

6 pav. Kiaušinio tryniai BIB pakuotėje

1.4.6 Kiti skysti produktai.

a) *Klijai*

BIB pakuotė klijams yra labiausiai tinkanti.

Privalumai:

- apsaugo produktą;
- mažo svorio;
- patogi naudotis;
- reikia mažai valyti.

b) *Chemikalai*

Chemikalams BIB pakuotė labai tinkama ir yra bene pati efektyviausia.



Privalumai:

- apsaugo produktą;
- padeda išlaikyti cheminę sudėtį;
- minimalūs produkto nuostoliai;
- patogi naudoti;
- reikia mažai valyti.

7 pav. BIB pakuotėje supakuoti chemikalai

Panaudojimas kitiems skystiems produktams pakuoti.

a) *Farmacijos produktai*

BIB labai tinkama farmacijos produktams dėl savo praktiškumo, aukšto saugos lygio.

Privalumai:

- tinka švarios gamybos aplinkai;
- galima sterili BIB pakuotė;
- išsaugo pirminę produkto cheminę sudėtį;
- minimalios atliekos;
- patogi naudotis galutiniam vartotojui;
- atspari pažeidimams, nedūžta;
- nereikia plauti.

b) *Kosmetika*

Ypač vertingos BIB savybės šiais požiūriais: konkurencinga kaina, higieniškumas.

Privalumai: puikiai apsaugo produktą, nepralaidi kvapams, minimalūs produkto nuostoliai, lengva naudotis, idealiai tinka saugoti, sandėliuoti.

c) *Dažai*

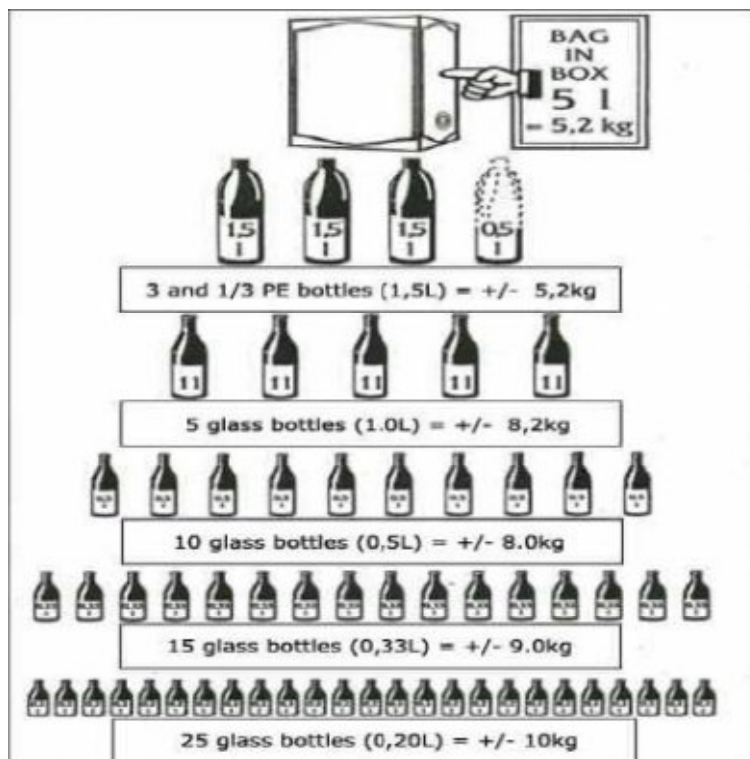
Tai viena iš pačių efektyviausių pakuočių skystiems dažams.

Privalumai: apsaugo nuo plėvelės susidarymo, išlaiko nepakitusią cheminę sudėtį, minimalūs produkto nuostoliai, patogu naudoti, pakuotė nedūžta, nereikia plauti ar valyti.

(Parengta remiantis [26])

1.4.7 BIB palyginimas su kietomis pakuotėmis

BIB pakuočių pranašumus iliustruoja žemiau pateiktas paveikslas:



8 pav. Produkto BIB ir stiklo pakuotėje bendros masės palyginimas.

Iš pateikto paveikslo matyti, kad 5 litrų produkto BIB pakuotėje svoris maždaug atitinka bendrą to paties produkto, supakuoto į 3 PET butelius po 1,5 litro ir vieną 0,5 litro PET butelį, svorį. Tačiau skirtumas, palyginti su stikline pakuote, yra didelis ir jis ypač išryškėja mažėjant pakuotės tūriui. Jei bendras 5 l produkto svoris BIB pakuotėje sudaro apie 5,2 kg, tai 1 litro stikliniuose buteliuose jis siekia 8,2 kg, 0,33 litro buteliuose – 9 kg, o 0,2 litro buteliuose net 10 kg. Būtinybę pakuoti į mažos talpos stiklinius butelius lemia produkto vienkartinio sunaudojimo apimtys ir siekis mažinti nesunaudoto produkto nuostolius. Naudojant BIB pakuotę, tokios būtinybės nėra, kadangi pakuotės atidarymas šiuo atveju nereiškia papildomo kontakto su oro deguonimi ir su tuo susijusių oksidacinių procesų, pagreintinto senėjimo. Taigi, nėra ir būtinybės greitai jį suvartoti. Produktas tokioje pakuotėje gali būti vartojamas ilgą laiką be senėjimo požymių.

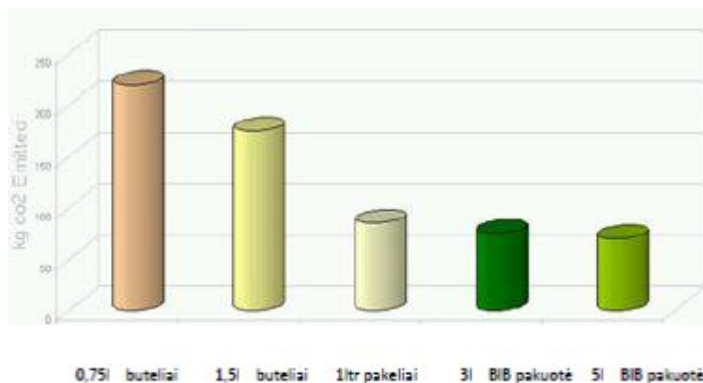
1.4.8 BIB pakuotės pranašumai aplinkosauginiu požiūriu

BIB „žalesnė“ už stiklą.

Daugelis atliktų nepriklausomų tyrimų parodė, jog BIB pakuotė yra ypač priimtina poveikio aplinkai požiūriu.

Vertinant anglies dvideginio emisijos metodu nustatyta, jog 3 ir 5 litrų talpos BIB pakuotės vynui yra pačios efektyviausios poveikio aplinkai požiūriu - jos yra maždaug 55 % pranašesnės už tradicinius stiklinius butelius, be to, jos suformuoja 85 % mažiau sąvartyno atliekų.

Gauti tyrimų rezultatai vienareikšmiai patvirtina, jog BIB yra puiki tikrai ekologiškos pakuotės alternatyva daugeliui maisto produktų, įskaitant vyną, sultis, sirupus, pieno produktus, skystą kiaušinių masę ar maistinių aliejų, o taip pat ir nemaistiniams produktams.



9 pav. Kitų pakuočių poveikio aplinkai palyginimas su BIB

1.4.9 Aseptinė BIB pakuotė ir aseptinis pakavimas

Aseptinis pakavimas leidžia greitai gendančių produktų tiekimo ir saugojimo laiką, nenaudojant šaldymo, prailginti iki 6 mėn. ir ilgesnio termino. Tai galioja netgi tokiems jautriems produktams, kaip pienas, sojų gėrimai, sultys ir vaisių nektarai. Efektas pasiekiamas sterilų produktą supilant į sterilią pakuotę, o pačią užpildymo procedūrą atliekant sterilioje aplinkoje. Tradiciniai pakavimo būdai, skirti ilgai saugoti produktus, yra dažniausiai grindžiami šaldymu, kaitinimu arba specialių apsauginių medžiagų/priedų, stabdančių senėjimo procesus, panaudojimu. Taigi, aseptinė pakuotės sistema ir pats aseptinis pakavimo procesas visų pirma laikytini alternatyva šaldymui arba tradiciniam karštam konservavimui. Konservuojant, jei konservuojama produktą kaitinant kartu su pakuote, pats procesas trunka nuo 20 iki 50 minučių, o naudojant karšto produkto konservavimo būdą, kuomet paties produkto temperatūra yra išnaudojama ir pakuotei sterilizuoti, pats produkto kaitinimas trunka apie 1–3 minutes, po to sekantis aušinimas – dar apie 7–15 minučių.

Naudojant aseptinę pakavimo procedūrą, procesas yra kitoks: skysto produkto sterilizavimas vyksta ne pačioje pakuotėje, o kitoje talpoje, produktą labai trumpai (3–15 sek.) veikiant aukšta temperatūra (90–140 °C), tokiu būdu maksimaliai išlaikant jo originalias savybes, ir užtikrinant reikiamą sterilumą. Toks momentinis produkto pakaitinimas ir greitas atšaldymas, palyginti su tūriniu kaitinimu, kuris naudojamas karštai konservuojant, lemia mažesnes energijos sąnaudas bei mažesnę neigiamą poveikį produktui tiek maistinių savybių, tekstūros, spalvos, tiek ir skonio prasme.

Aseptiniam pakavimui labai tinka šie produktai: pienas ir jo gaminiai, sultys, pomidorų pastos, sriubos, sojų gėrimai, vynai, skysti kiaušiniai, arbatos ir t. t.

1.4.10 Aseptinė BIB pakuotė ir jos nauda

Aseptinė BIB pakuotė reiškia, kad pati pakuotė, iki ją užpildant produktu, yra papildomai sterilizuojama, dėl to produktui suteikiama papildoma apsauga, palyginti su tuo apsauginiu poveikiu, kurį suformuoja pakuotės barjerinės savybės. Sterilizavimas prailgina produkto saugojimo laiką ir garantuoja aukštesnę jo kokybę.

Medžiagų ir storio aprašymas

Dauguma medžiagų, naudojamų gaminti BIB, yra parduodamos pagal prekės pavadinimą, bet paaiškinimams apie skirtingus sluoksnius turi būti naudojamas tam tikras atpažinimas. Atskiri komponentai turi būti minimi naudojant ISO 1043-1:2011 tam, kad būtų galima sąlygas ir išmatuoti atskirų sluoksnių storį μm . 1 μm yra 0,001 mm arba 0,000001 m.

Plėvelės lankstumas

Medžiagos standumo matavimas yra vienas iš parametrų, kuris turi įtakos struktūros lankstumui. Ši testavimo procedūra, kuri originaliai sukurta popieriui yra sunkiai pritaikoma, nes dauguma medžiagų turi polinkį suktis, o tai turi įtakos matavimams.

Žaliavos

Produkto būvio ciklas yra esminis dalykas einant tvarumo link, kadangi praplėstas dėmesys nuo produkcijos iki viso produkto būvio ciklo palengvina sąryšius tarp ekonomikos ir aplinkos dimensijų per pačią įmonę. Būvio ciklo požiūris formuoja platesnį požiūrį ir praplečia tradicinį dėmesį gamybos procesams, įtraukiant įvairius aspektus, susijusius su produktu per visą jo būvio ciklo laiką. Paskutiniaisiais metais nemažai kompanijų Lietuvoje sužinojo, kad aktyvi politika ir prevencinės priemonės yra daug patrauklesnės ekonomikai ir aplinkai, negu „vamzdžio galo“ technologijos, kadangi jos skatina didesnę efektyvumą, mažina žaliavų sunaudojimą ir mažina arba eliminuoja toksines medžiagas.

Įmonės būna patenkintos tiek projekto rezultatais, kalbant apie įgytas žinias, tiek gautomis rekomendacijomis dėl švaresnio produkto kūrimo (gamybos procesų analizė, „karštų taškų“ analizė ir reikšmingų aspektų nustatymas). Remiantis rezultatais, produktai gali būti iš naujo pertvarkyti siekiant sumažinti įtaką aplinkai produkto būvio cikle – pradedant žaliavų išgavimu baigiant gamyba ir net vartojimu bei šalinimu.

1.5 BIB pakuočių aplinkosauginis, ekonominis ir socialinis įvertinimas pagal darniosios pramonės plėtros principus ir optimizavimo galimybių tyrimas

Naujo į rinką pateikto gaminio privalumai susiję ne tik su sumažėjusiomis sąnaudomis gamybos metu, bet ir poveikiu aplinkai per visą būvio ciklą. Mažesnės žaliavų sąnaudos lemia mažesnę neatsinaujinančios kilmės išteklių naudojimą, mažesnę pakuotės masę – sutaupymus transportuojant, mažesnius susidarančių pakuočių atliekų kiekius. Šie privalumai ypač akivaizdūs lyginant BIB pakuotę su kitomis gėrimų pakuotėmis (stiklu, PET, gėrimų kartonu). Pirminių žaliavų (plastiko granulių) BIB pakuotei pagaminti yra sunaudojama net iki 85 % mažiau nei tokio pat tūrio talpos PET tarai. BIB pakuotei transportuoti sunaudojama energijos kiekį (kūrą) palyginus su stiklo tara, sutaupymai akivaizdūs – BIB pakuotei transportuoti yra sunaudojama net iki 11 kartų mažiau kuro.

Pagrindiniai BIB pakuočių projektavimo tikslai turėtų būti šie:

- atliekų mažinimas, vengiant nereikalingos pakuotės (pvz., dantų pasta pakuojama tik į pirminę pakuotę – išvengiama antrinės pakuotės);
- pakavimo medžiagų mažinimas, projektuojant pakuotes pakartotiniam naudojimui (ekonominė ir aplinkos apsaugos nauda gaunama tokiu būdu projektuojant transporto / tretinę pakuotę), perdirbimui ar suirimui;
- pakuotės svorio mažinimas (pvz., vietoj stiklinės naudojama plastikinė pakuotė);
- pakavimo medžiagos parinkimas atsižvelgiant į jos poveikį aplinkai (pvz., PVC – didžiausią poveikį aplinkai turinti medžiaga dėl vinilchlorido ir kitų kancerogeninių išmetimų gamybos proceso metu).

Taigi pakuotėms projektuoti ar pasirinkti galimos šios strategijos:

- mažesnę poveikį aplinkai sukeliančių žaliavų pasirinkimas;
- nereikalingos pakuotės vengimas;
- svorio mažinimas;
- pakartotinio naudojimo projektavimas;
- perdirbimo projektavimas.

1.6 ISO standartai gaminių būvio ciklo vertinimui

ISO BCĮ (būvio ciklo įvertinimas) standartų peržiūrėjimas 2006 metų spalį atnešė kelis pasikeitimus kritiniam peržiūros procesui, palyginti su senesnėmis ISO 14040-43 (1997, 1998, 2000a, b) versijomis. Be to, BCĮ svarba pastaraisiais metais greitai išaugo, bet šis augimas nebuvo susijęs su atitinkamu žinių kiekio padaugėjimu apie savanoriškus ir privalomus peržiūros procesus.

ISO 14040 ir 14044, tvirtai susiję tarpusavyje su vienu „turi“, dabar yra laikomi pirmaujančiais ir pačiais svarbiausiais tarptautiniais standartais aplinkos vertinimui pagal būvio ciklo, „nuo lopšio – iki kapo“, ar holistinį metodą. Tai yra pamatinis standartas kitoms, labiau specializuotoms, normoms (pvz., aplinkos produkto deklaracija ISO 14025, anglies pėdsakas ISO 14067, ekologinis efektyvumas ISO 14045 ir kt.). Tikimasi, kad griežtas, bet lankstus ir ne biurokratinis peržiūros procesas, skirtas ISO 14040, taip pat įtakos ir kitus standartus (EC 2010a). [8]

1.7 Standartai reglamentuojantys pakuotes ir pakuočių tvarkymą

Darnieji standartai

Nors darnųjų standartų (LST EN 13427-LST EN 13432) [12-17] naudojimas formaliai nėra privalomas, tačiau jų svarba yra didelė visų pirma dėl to, kad jie yra vieninteliai dokumentai, kuriuose detalizuojamos reikalavimų, susijusių su pakuočių taršos prevencija, įgyvendinimo metodikos ir priemonės. Darniaisiais standartais galima nesinaudoti, bet tokiu atveju, įmonė privalėtų pasirengti ir naudoti analogiškus norminius dokumentus, kurie laiduotų atitikti direktyvai, t. y. net ir nenaudojant darnųjų standartų, prievolė tenkinti tuos pačius reikalavimus išlieka.

Direktyva numato, kad darnųjų standartų laikymasis yra tapatus atitiktis direktyvos reikalavimams, todėl deklaruojama, kad įmonė remiasi darniaisiais standartais savaime lyg ir patvirtina, jog yra tenkinami esminiai direktyvos reikalavimai. Tokiu būdu šie standartai tapo integraliu ES rinkos elementu ir svarbia priemone, norint įgyti laisvą prieigą prie visos šios rinkos.

Darniuosius, kaip ir kitus standartus, platina ir juos galima įsigyti Lietuvos Standartizacijos departamente.

LST EN 13427:2006 (EN 13427:2004)[12]

Šis standartas apibrėžia bendruosius reikalavimus ir metodus, kurių būtina laikytis asmenims ir organizacijoms, atsakingiems už pakuočių ir įpakuotų produktų pateikimą į rinką.

LST EN 13428:2006 (EN 13428:2004) [15]

Šis standartas reglamentuoja pakuočių minimizavimą, detalizuodamas direktyvos II priedo reikalavimus.

LST EN 13429:2007 (EN 13429:2004)[16]

Šis standartas nustato reikalavimus pakuotėms, priskiriamoms pakartotino naudojimo pakuočių grupei. Jis nesigilina į šių pakuočių turinį ir yra naudojamas tik parduodant į rinką pakartotinai naudojamas pakuotes.

LST EN 13430:2007 (EN 13430:2004) [17]

Šis standartas apibrėžia reikalavimus, kuriuos turi tenkinti pakuotės, priskiriamos perdirbamųjų kategorijai.

LST EN 13431:2007 (EN 13431:2004) [18]

Šis standartas apibrėžia reikalavimus, kuriuos turi tenkinti pakuotės, priskiriamos deginamųjų kategorijai, kai deginant pakuočių atliekas siekiama išgauti energiją.

LST EN 13432:2004 (EN 13432:2000)[19]

Šis standartas apibrėžia reikalavimus ir metodus, kuriais nustatomas pakuočių medžiagos tinkamumas kompostavimui ir biologiniam irimui.

Standartą LST EN 13428 papildantys žemiau pateikti dokumentai (LST 1655:2002 [21] ir LST CEN/TR 13695-2:2004 [20]) reglamentuoja sunkiųjų metalų ir pavojingų medžiagų kiekių nustatymo būdus pakuotėje:

LST 1655:2002 (buves CR 13695-1) [21]

Tai Europos standartizacijos organizacijos (CEN) paskelbta Europos techninė ataskaita, kuri aprašo, kaip galima išmatuoti/apskaičiuoti, ar pakuotėje yra ne daugiau kaip 100 ppm sunkiųjų metalų (= švinas, kadmis, gyvsidabris ir šešiavalentis chromas). Pačius reikalavimus nustato Pakuočių direktyva.

LST CEN/TR 13695-2:2004 [20]

Ši CEN ataskaita nurodo, kaip išmatuoti, apskaičiuoti ir dokumentuoti pakuotėse esančių aplinkai pavojingų komponentų kiekius. Šis dokumentas neapėmia viso gamtai pavojingų medžiagų sąrašo, kuris pateiktas kitoje ES direktyvoje 67/548/EB [22].

2 BIB TIPO PAKUOČIŲ POVEIKIO APLINKAI IR MECHANINIŲ SAVYBIŲ NUSTATYMO METODIKŲ APŽVALGA

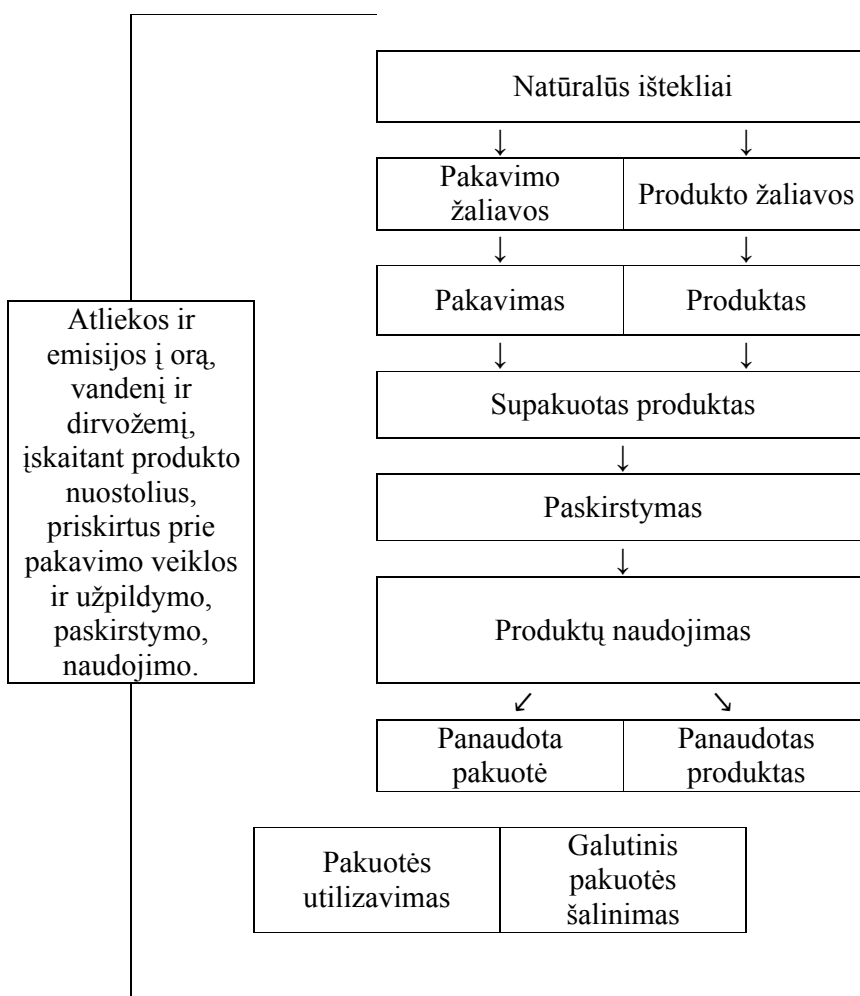
2.1 Pakuotės. Pakuočių būvio ciklo analizės kriterijų metodikos

2.1.1 Tikslų ir srities apibūdinimas

Pakavimas visada yra naudojamas pakuoti produktams, dėl to pakuotė yra neatsiejama įpakuoto produkto dalimi. Įpakavimas turėtų palengvinti produktų tvarkymą ir transportavimą visoje logistikos grandinėje, kad apsaugotų produktą, išvengtų produkto nuostolių ir suteiktų aktualią informaciją. Tai reiškia, kad į visas pakavimo dalis, pavyzdžiui uždarymui naudojamas medžiagas, etiketės, komunikacijos prietaisus ir spausdinimo rašalą, turi būti atsižvelgta.

Įpakavimas yra viena iš prekių platinimo dalių. Įpakavimo pasikeitimas dažniausiai įtakos pakitimus visoje sistemoje, dėl to pasikeis išteklių sunaudojimas, emisijos į aplinką, taigi, pasikeis visos sistemos poveikis aplinkai. Atsižvelgus į „nuo lopšio – iki kapo“ apibūdinimą (EN ISO 14040:2006), į BCĮ pakavimo tyrimą turėtų būti įtraukta paskirstymo sistema, pakavimo medžiagų atliekos ir medžiagos, atitinkamos jų surinkimo sistemos, taip pat kaip utilizavimo ir/ar šalinimo operacijos.

Pirminis, antrinis ir tretinis pakavimai tiesiogiai turi įtakos vienas kito funkcijai, konstrukcijai ir matmenims. Jie visi yra integruotos dalys paskirstymo sistemoje ir turėtų būti įtraukti į BCĮ.



10 pav. Pakavimo sistemos būvio ciklo iliustracija

Visa sistema turi būti įtraukta, t. y. pirminis, antrinis, tretinis pakavimas taip pat transportavimo pasekmės ir produkto nuostoliai. Pakavimui ir paskirstymo sistemai ypatingo dėmesio reikalauja funkcinio vieneto pasirinkimas, sistemos ribų nustatymas, paskirstymo taikymas.

2.1.2 Funkcija, funkcinis vienetas ir srauto pradžia

Pagal EN ISO 14044, apibrėžiant BCĮ tyrimo sritį, turi būti aiškiai apibrėžtos produkto sistemos funkcijos (eksploatacinės charakteristikos). Funkcinis vienetas leidžia identifikuotas funkcijas suprasti kaip kiekybinius vienetus (išraiškas). Funkcinis vienetas turėtų būti nustatytas pagal tyrimo tikslą ir taikymo sritį. Pirminis funkcinio vieneto tikslas yra pateikti nuorodą, kur nurodyti įvesties ir išvesties duomenys, kurie yra normalizuoti (matematinė prasme). Funkcinis vienetas turi būti tiksliai apibūdintas, išmatuojamas, pateikiantis nuorodą kur nurodyti įvesties ir išvesties duomenys, kurie yra normalizuoti. Funkcinio vieneto pasirinkimas priklauso nuo tyrimo tikslo. Funkcinio vieneto pasirinkimo priežastys turėtų būti atidžiai apsvaistytos ir pateiktos.

Turint apibrėžtą funkcinį vienetą, turėtų būti kiekybiškai nustatytas reikalingos pakuotės kiekis pakavimo funkcijai atlikti. Ši kiekybinė išraiška yra atskaitos srautas.

Funkcinis vienetas pakuotei paprastai išreiškiamas supakuoto gaminio pakavimo medžiagų masės vienetais, normalizuotais iki tūris/vienetas masė/vienetas. Alternatyva: funkcinis vienetas gali būti išreikštas kaip pakavimo vienetų skaičius, t. y. pakuotės, būtinos įvykdyti tam tikrą funkciją. Vieneto veikla yra paremta apibrėžta sistemos funkcija, pavyzdžiui, tiekti pakankamą kiekį, leidžiantį galutiniam vartotojui suvartoti vieną litrą pieno. Šis pavyzdys gali būti pavaizduotas atskaitos sraute, kaip atitikmuo x kg pakuotės žaliavų, reikalingų tiekti 1 litrui šviežio pieno arba alternatyva – pakavimo vienetų skaičius.

Funkcinio vieneto apibūdinimas gali būti bendresnis, pavyzdžiui., vienos kompanijos tam tikro produkto bendra gamyba, arba tam tikro produkto visa rinka konkrečiame regione, jeigu BCĮ yra naudojamas optimizuoti paskirstymo sistemas.

Be to, yra labai svarbu apibūdinti pakavimo veiklą, kuri yra susijusi su pakuojamuoju produktu. Tai gali būti: reikiamas pakuotės stiprumas, apsauga transportuojant, saugant maisto produktų kokybę, apsaugant nuo šviesos, stengiantis išvengti produkto likučių ir t. t. Teisiniai reikalavimai, susiję su įpakuotu produktu (t. y. su maisto kokybe) ir pakuotės atitikimu, susijusiu su mechanizmais, taip pat gali būti svarbūs ir į juos reiktų atsižvelgti.

Supakuotas produktas turi būti charakterizuotas, kai jis yra įvedamas į rinką, atsižvelgiant į sistemoje patirtus nuostolius ir tuos procesus/transportavimą/paslaugas, būtinas nugabenti duotą kiekį supakuoto produkto, tinkamo naudoti pagal paskirtį. Turime suprasti, kad BCĮ neturėtų būti atliekamas, neatsižvelgiant į esamą produkto ir pakuotės sąryšį.

2.1.3 Paskirstymas

Paskirstymo metodiniai reikalavimai yra aprašyti EN ISO 14044. ISO/TR 14049 aprašo galimų diegimų bendruosius pavyzdžius. Pagal EN ISO 14044, paskirstymas priklauso nuo sugebėjimo sujungti funkcinio vieneto procesus su produkto sistema pagal paprasčiausius medžiagų ir energijos srautus. Žemiau pateikti paskirstymo principai yra taikomi bendrai produkcijai, vidinės energijos paskirstymui, paslaugoms (pvz., transportui, atliekų tvarkymui), taip pat perdirbimui, bei atviram ir uždaram ciklui:

- tyrimas turėtų identifikuoti procesus, kuriuos naudoja kitos produktų sistemos, ir analizuoti juos pagal procedūras, apibendrintas žemiau;
- vieneto procesų paskirstytų įvedinių suma turėtų būti lygi nepaskirstytiems įvediniams ir paskirstytų išvedinių suma turėtų būti lygi nepaskirstytų išvedinių sumai;
- kada keli alternatyvūs paskirstymai yra tinkami, turi būti atlikta smulki analizė, siekiant pavaizduoti galimus išvykimo pagal pasirinktą būdą padarinius.

Paskirstymo procedūros, apibūdintos ES ISO 14044, gali būti apibendrintos taip:

Žingsnis 1: paskirstymas turėtų būti vengiamas:

- dalijant vieneto procesus, paskirstant juos į du ar daugiau sub-procesų ir surenkant įėjimų ir išėjimų duomenis, susijusius su tais sub-procesais;
- padidinant produkto sistemą ir įtraukiant papildomas funkcijas, susijusias su bendrais(šalutiniais) produktais.

Žingsnis 2: kur paskirstymas neišvengiamas, sistemos įvediniai ir išvediniai turėtų būti tarpusavyje atskirti tarp jų skirtingų produktų ar funkcijų tokiu būdu, kuris atspindi pagrindinius fizinius santykius tarp jų, t. y. jie turi atspindėti, koku būdu produktuose ar funkcijose, kurias duoda sistema, įvediniai ir išvediniai yra keičiami kiekybiniais pokyčiais. Gautas šalutinių produktų paskirstymas nebūtinai bus proporcingas paprastiems matmenims, tokiems kaip masės ar molinis srautas.

Žingsnis 3: kur vien fizinis santykis negali būti nustatytas ar panaudotas kaip paskirstymo pagrindas, įvediniai turėtų būti paskirstyti tarp produktų ir funkcijų tokiu būdu kuris atspindėtų kitus tarpusavio santykius. Pavyzdžiui, įvedinių ir išvedinių duomenys turi būti paskirstyti proporcingai tarp šalutinių produktų ir produktų ekonominės vertės.

Šie paskirstymo principai ir procedūros taip pat taikomi pakartotinai naudoti ir perdirbti. Čia EN ISO 14044 aprašo papildomas gaires ir reikalavimus:

- pakartotinis naudojimas ir perdirbimas gali reikšti, kad įvediniai ir išvediniai susiję su funkcinio vieneto procesais – gavyba, žaliavų perdirbimu, galutinių produktų šalinimu – turi būti siejami su daugiau nei vieno produkto sistema;
- pakartotinis naudojimas ir perdirbimas gali pakeisti būdingas medžiagų savybes, toliau jas naudoti;
- atsižvelgiant į atgavimo procesus, būtina itin atsargiai nustatyti sistemos ribas.

Kelios paskirstymo procedūros yra taikomos pakartotinai naudoti ir perdirbti:

a) uždarojo ciklo paskirstymo procedūra taikoma uždarojo ciklo produkto sistemoms. Ji taip pat taikoma atvirojo ciklo produkto sistemoms, kur perdirbtos medžiagos pradinės savybės visai nesikeičia. Tokiomis aplinkybėmis galima išvengti paskirstymo nuo tada, kai antrinės medžiagos naudojimas pakeičia pirminės žaliavos naudojimą. Kad ir kaip bebūtų pirminės žaliavos panaudojimas atvirojo ciklo produkto sistemose gali vadovautis atvirojo ciklo paskirstymo procedūra, aprašyta b) dalyje;

b) atvirojo ciklo paskirstymo procedūra taikoma atvirojo ciklo produkto sistemoms, kur žaliavos yra perdirbamos kito produkto sistemoje ir medžiagos pradinės savybės pasikeičia.

Paskirstymo procedūros antrinis panaudojimas ir perdirbimas, kaip paskirstymo pagrindas, jei įmanoma, turėtų eiti tokia tvarka:

1. Fizinės savybės (pvz., masė);
2. Ekonominė vertė (pvz., perdirbtos medžiagos laužo rinkos vertė atsižvelgiant į pirminės medžiagos rinkos vertę);
3. Perdirbtos medžiagos vėlesnių panaudojimų skaičius (žiūrėti ISO/TR 14049).

Paskirstymas gali būti nenaudojamas, jeigu sistema yra išplėsta tiek, kad apima antrinio panaudojimo sistemą. Jei ši išėitis nepasirinkta, reikia naudoti paskirstymo procedūras.

Kai paskirstymas yra neišvengiamas, rekomenduojama taikyti skirtingus paskirstymo metodus, kaip jautrumo analizės priemonę.

Kadangi nėra mokslinio nedviprasmiško ir bendrai priimto būdo tai atlikti, turi būti taikomos konvencijos. Kad ir kokia konvencija pasirinkta, ji visada turi atitikti EN ISO 14044 paskirstymo principus. Bet koku atveju, kreditas negali būti priskirtas pilnai abiem produkto sistemoms tuo pačiu metu, nes tai pažeistų taisyklę – bendras rezultatas po paskirstymo turi būti lygus bendram rezultatui prieš paskirstymą. Todėl jis yra svarbus norint užtikrinti, kad kreditas yra paskirtas tik kartą. Žinoma, tai reiškia, kad yra galimybė pasidalinti kreditą tarp dviejų produktų sistemų apibrėžtu santykiu.

Kad ir kokios paskirstymo konvencijos yra pasirinktos, yra nemažai dalykų, kurie turėtų būti kruopščiai patikrinti:

- turi sutapti su tyrimo tikslais;
- turėtų būti paaiškinta tyrimo ataskaitoje, suteikiant nuorodą, kaip ji atitinka EN ISO reikalavimus;
- turėtų būti nuosekliai pritaikoma viso produkto sistemoms;
- neturėtų leisti dvigubo skaičiavimo;
- turėtų būti vidinė logika, kuri neturėtų prieštarauti sveikam protui.

Taip pat reiktų atsižvelgti į tai, kad taikant EN ISO standarto konvenciją, yra būtina atlikti jautrumo analizę, siekiant išanalizuoti pasirinktos paskirstymo procedūros tinkamumą ir jos įtaką galutiniam BCĮ rezultatui.

2.2 Būvio ciklo įvertinimo svarba, inventorinė analizė ir poveikio vertinimas

Būvio ciklo įvertinimas (BCĮ) yra pripažintas kaip patikimas, mokslinis ir suprantamas požiūris, siekiant kontroliuoti žmogaus veiklos įtaką aplinkai. Jis yra taikomas vidinei ir išorinei informacijai teikti ir sprendimams pagrįsti. Tačiau, BCĮ pritaikymas praktikoje turi

atitikti tris bendrus kriterijus: 1) jis turi būti patikimas, siekiant užtikrinti keitimąsi informacija ir gautais rezultatais, 2) jis turi tilpti į esamus informacijos metodus ir praktiką versle, užtikrinant pritaikymą, ir 3) jis turi pateikti kiekybinę ir atitinkamą informaciją priimančioms sprendimus žmonėms.

Per paskutinius du dešimtmečius BCĮ metodologijos ir susiję duomenys tapo tinkami ir profesiniai įrankiai, bandant spręsti ir daryti naudingą įtaką aplinkosaugos tvarumui, taip pat visai žmogaus veiklai. BCĮ yra mokslinių tyrimų sritis, kuris tampa vis reikšmingesnis verslo sričiai. Dauguma naudotojų iš mokslo, pramonės ar konsultacijų srities visame pasaulyje taiko BCĮ moksliniuose, pramoniniuose, agrokultūriniuose, socialiniuose ar politiniuose procesuose ir panaudoja gautas išvadas. Įvairių autorių grupė aktyviai dirba BCĮ, metodikos vystymo, duomenų teikimo, duomenų kaupimo ar produkto optimizavimo ir komunikavimo srityse. Atitinkami autorių filialai taiko, įvertina ir remia BCĮ; jie jį naudoja kaip sprendimų pagrindimo ir komunikavimo įrankį savo organizacijose ar tarp vertės ir procesų grandinės, bei aptarimui su suinteresuotomis šalimis. Darbas su techninėmis ribomis ir realaus potencialo nustatymas, remiantis patikima moksline informacija, yra jų BCĮ darbo pagrindas.

BCĮ sėkmės veiksniai pramonėje

Jeigu mes suprantame BCĮ kaip verslo imperatyvą, mes turime galėti aiškiai pristatyti jo sėkmės faktorius. Daugumoje įmonių ir asociacijų, kur jis yra taikomas dabar, BCĮ daugiau nėra grynai „savanoriška“ ar „laisvai pasirenkama“ veikla, greičiau tai yra fundamentali organizacijos veikla. Tai yra pripažinta kaip geriausia, skaidri, patikima, pasiekiamą metodologija aplinkos tvarumui tirti. BCĮ gali būti naudojamas komunikacijai, per vertės ir procesų grandinę ir per visą savo organizaciją. Jis remia ir padeda kryžminiu būdu patikrinti abu – mokslinius tyrimus bei plėtrą ir strateginius sprendimus. BCĮ praktikoje turi būti efektyvus laiko atžvilgiu, taip pat turi būti apskaičiuotos investicijų kainos bei medžiagų prieinamumas. Todėl labai svarbu, kad duomenų generavimas/įsigijimas ir BCĮ vykdymas būtų efektyvus. Tai apima galimybę įsigyti vidutinius pramonės duomenis iš kelių svetainių/įmonių ir veiksmingas galimybes optimaliai sumažinti duomenų spragas, randant kompromisą tarp tikslumo ir pastangų. Keli požiūriai ir metodai kaip sumažinti duomenų spragas, yra aptariami teorijoje; tačiau praktiškai inžinerinė ekspertizė ir reikšmingas duomenų apsikeitimas tarp pramonės, konsultavimo tarnybų ir mokslo yra esminis dalykas.[5]

Pavyzdžiui apklausoje 2008 metais, kurią vykdė „Packaging Digest“ ir „Sustainable Packaging Coalition“ (Packaging Digest 2008), daugiau negu 1100 pakavimo profesionalų buvo paklausti apie kriterijus, kuriuos naudoja pakuotės aplinkos tvarumui įvertinti: 52 % pažymėjo perdirbtų žaliavų kiekį gaminyje ir 39 % paminėjo energijos sąnaudas, o tik 27 % paminėjo būvio ciklo analizę (ISO apibūdintas terminas „būvio ciklo įvertinimas“ nebuvo naudojamas). Šis

pavyzdys rodo kad BCĮ, kaip metodinė struktūra, yra suprantama tik truputį daugiau negu ketvirčiui respondentų. [6]

2.2.1 Būvio ciklo inventorinė analizė

Būvio ciklo inventorinė analizė apima EN ISO 14044 ir EN ISO 14040. Šio standarto nuostatos turėtų būti besąlygiškai pritaikomos pakavimo būvio ciklo inventorinei analizei.

Inventorinė analizė apima duomenų surinkimo ir skaičiavimo procedūras produkto sistemos kiekybiniais įvediniais ir išvediniais. Šie įvediniai ir išvediniai įtraukia išteklių naudojimą, emisijas į orą, vandenį ir dirvožemį, susijusius su sistema. Iš šių duomenų galima daryti interpretacijas, priklausomai nuo BCĮ tikslo ir srities. Šie duomenys taip pat priskirti prie įvedinių būvio ciklo įvertinime.

2.2.2 Būvio ciklo poveikio vertinimas

Būvio ciklo poveikio vertinimas aprašytas EN ISO 14044. Šio standarto nuostatos besąlygiškai taikomos pakuočių būvio ciklo poveikiui vertinti.

Pagal EN ISO 14044, poveikio kategorijos turėtų būti priimtose tarptautiniu mastu. Charakteristikos modeliai ir veiksniai turi būti moksliskai ir techniškai pagrįsti, taip pat kategorijų indikatoriai privalo turėti didelę svarbą aplinkai.

EN ISO 14044 teigia, kad poveikio kategorijų pasirinkimas turi atspindėti išsamių aplinkosauginių klausimų rinkinį, susijusį su produkto sistema, taip pat turi būti atsižvelgta į tikslą ir taikymo sritį.

Pagrindinė BCĮ jėga yra ne tik galimybė pasižiūrėti į visą būvio ciklo laikotarpį, bet taip pat į visą skirtingų poveikio kategorijų plotį. Puikiai atliktas tyrimas gali padėti išvengti taršos perkėlimo ne tik tarp būvio ciklo etapų, bet taip pat tarp poveikio kategorijų.

Atsisakant vienos poveikio kategorijos įvertinimo, kaip, pavyzdžiui, anglies dioksido taršos, suteikia tik dalinę, todėl dažniausiai klaidingą, informaciją.

Reiktų vengti pavienių problemų ar poveikio indikatorių, kaip, pavyzdžiui, anglies dioksido tarša pakuotei, nes pakavimo sistema yra sukurta atlikti savo funkciją, susijusią su pateiktu produktu ir paskirstymo sistema.

2.3 Būvio ciklo interpretacija

Interpretavimas yra BCĮ fazė, kurioje inventorinės analizės išvados ir poveikio vertinimas yra sujungti kartu, arba siekiant padaryti išvadas ir rekomendacijas naudojamos tik pagal būvio ciklo inventorizacijos tyrimus gautos inventorizacijos tyrimų išvados, atitinkančios apibrėžtą tikslą ir sritį.

Būvio ciklo interpretacija yra aprašyta EN ISO 14044 ir EN ISO 14040. Šių standartų nuostatos turi būti besąlygiškai pritaikomos pakuočių būvio ciklo interpretacijai.

Pagal EN ISO 14044, BCI ar BCIĮ etapų rezultatai turėtų būti interpretuojami pagal tyrimo tikslą ir sritį, taip pat interpretacija turėtų įtraukti reikšmingų įvedinių, išvedinių ir metodinių pasirinkimų įvertinimą ir jautrumo analizę tam, kad suprastume rezultatų neapibrėžtumą.

Apibūdinant specialios pakuotės BCI tyrimo tikslą ir sritį ypatingas dėmesys turi būti skirtas:

- a) laikui:
 - 1) pakuotės BCI tyrimas, susijęs su viena ar daugiau specifinių pakuočių ir skirstymo sistemų vienu apibrėžtu laiku,
 - 2) pagal charakteristikas pakuotė turi trumpą būvio ciklą ir yra taikoma prie nuolat kintančių specifikacijų, norint prisitaikyti prie, pavyzdžiui, besikeičiančių vartotojų poreikių;
- b) geografinei vietai:
 - 1) pakavimo sistema gali būti sudaryta iš daugybės skirtingų žaliavų su tiekimo grandinėmis, išplitusiomis keliose šalyse ar netgi žemynuose;
 - 2) pakuočių ir pakavimo sistemų charakteristika gali keistis tarp skirtingų geografinių vietovių (pvz., specifiniai rinkos reikalavimai, kultūros nulemti vartotojų poreikiai, specifinė rinkos struktūra, skirstymo kanalai ir atliekų tvarkymo infrastruktūra; skirtingos klimato sąlygos);
- c) technologijai.

Pirmas žingsnis pagal „interpretaciją“ turėtų būti patikrintas su nuoroda (laiku, geografija, technologija), nurodyta tam skirtame tyrime, ir ar duomenys ir modeliavimo pasirinkimai naudojami pakelti duomenų kokybę ir reprezentatyvumą ir tuo pačiu – tyrimo tikslus. Jei naudojami duomenys neatitinka reikalingos duomenų kokybės, tikėtina, kad rezultatų panaudojimas bus apribotas.

Be to, jei tyrimas yra lyginamasis, būtina patikrinti ar laikas, geografija ir techninės nuorodos simetriškai atitinka palygintas pakavimo sistemas. Dar kartą, jei tai yra ne tas atvejis, turi būti sprendžiamas tolimesnis tyrimo ribojimas.

Labai dažna problema, interpretuojant poveikio aplinkai vertinimo rezultatus, BCI programinės įrangos naudojimu. BCI programinė įranga dažniausiai yra su jau įdiegta inventoriaus duomenų baze ir įdiegtais poveikio vertinimo algoritmais, siekiant apskaičiuoti poveikio indikatorių rezultatus iš sumodeliuoto būvio ciklo. Kol tai labai patogiu ir praktiška, yra rizika, kad duomenų asimetrija liks neaptikta. Toksiškumo poveikio kategorijos gali būti ypač paveiktos.

Iki šiol toksiškumo vertinimo metodai vis dar patiria nemažas inventorizacijos duomenų rinkinių duomenų asimetrijas. Suvestiniuose duomenų rinkiniuose tokios asimetrijos dažnai yra „užmaskuojamos“ faktų, kad duomenų asimetriniai procesai yra derinami su bendrais energijos gamybos duomenimis. Pastarasis – dėl jų bendro pobūdžio – dažniausiai yra paremtas

išsamiais inventoriaus sąrašais. Taip, kol suvestiniai duomenų rinkiniai yra prieinami nemokamai ar komercinėse duomenų bazėse, gali atrodyti simetriniai, bet pagrindinio funkcinio vieneto proceso duomenų tvarkymas, tikėtina, dauguma atvejų atskleis asimetriją.

Šios srities nuoseklumo patikrinimas tyrimo interpretavimo metu yra viskas, kas imanoma aktualiausia, norint išvengti klaidingų išvadų BCĮ rezultatų vertinime.

2.3.1 Pagrindiniai duomenų taškai, nustatymai ir prielaidos

Ypatingo dėmesio sritys, interpretuojant pakuočių BCĮ rezultatus:

a) pakavimo specifikacijos

Pakavimo specifikacijos netiesiogiai nustato žaliavų kiekį, reikalingą pakavimo sistemai. Dažnai aplinkosauginis poveikis, susijęs su žaliavų gamyba, turi reikšmingą įtaką visam aplinkosauginio poveikio profiliui. Interpretavimo fazėje turėtų būti patikrinta, ar pritaikyta pakavimo specifikacija yra nuosekli tikslui ir tyrimo paskirčiai.

b) galutinis šalinimas ir atgavimas

Skirtingose geografinėse vietovėse individualių pakuočių tiksli būvio ciklo pabaiga daugeliu atvejų nėra aiški. Todėl dažnai būtina remtis prielaidomis ir kvalifikuotu vertinimu. Iš kitos pusės, pakavimo sistemos BCĮ rezultatai gali lengvai keistis pagal specifinius būvio ciklo pabaigos pasirinktų maršrutų derinius (pvz., perdirbimas palyginti su sąvartynu). Taigi, prieš taikant vienokius ar kitokius būvio ciklo pabaigos maršrutus, interpretavimo fazėje rekomenduojama patikrinti, ar jie tinkami konkrečioms pakuočių medžiagoms ir geografinėms vietovėms, ar jie yra nuoseklūs ir atitinka tikslą bei tyrimo paskirtį.

c) paskirstymas atvirajame perdirbimo cikle

Dėl Europos Pakuočių ir pakuočių atliekų direktyvos įsipareigojimų Europos Sąjungos šalyse didžioji dalis panaudotų pakuočių yra atgautos kaip energija arba perdirbtos kaip antrinės medžiagos. Susijusi nauda (t. y. pirminių medžiagų ar pirminės energijos keitimo kreditai) turėtų būti panaudota pagal paskirstymo reikalavimus, nurodytus EN ISO 14044 ir (paskirstymas) šiame darbe.

Pagal pasirinktą paskirstymo metodą, bendri pakavimo sistemos BCĮ rezultatai gali skirtis iš esmės. Todėl interpretavimo fazėje rekomenduojama patikrinti, ar paskirstymas yra pritaikytas pagal EN ISO 14044 taisyklės ir taip pat, ar jis tinkamai pritaikytas tiek tos pačios pakavimo sistemos, tiek ir kelių kitų pakavimo sistemų perdirbimo įvediniams ir išvediniams, dėl galimų palyginimo teiginių.

d) energetinė sistema suderinta su pakuotės žaliavoms konvertuoti ir pakuotei užbaigti reikalinga elektros energija

Yra reikšmingų energijos modelių pokyčių, įdiegtų skirtingose Europos regionuose. Energijos modelio pasirinkimas turi atspindėti identifikuotas geografinės pakavimo sistemos ribas.

Tai dažniausiai nesuteikia aukšto tyrimo išvadų apibendrinimo laipsnio. Interpretacijos fazėje turėtų būti patikrinta, ar išvados ir rekomendacijos yra atitinkančios tyrimo sritį.

2.3.2 Trūkumai, neapibrėžtumai ir rezultatų reikšmė

Nepaisant mokslinės prielaidos ir BCĮ, kaip įrankio produkto sistemų aplinkosauginiam poveikiui vertinti jėgos, egzistuoja ir trūkumai. EN ISO 14044 pakartotinai reikalauja tinkamai juos įvertinti.

Šiuo tikslu rekomenduojama dirbti žengiant tokius žingsnius, naudojant pakuočių BCĮ:

- a) identifikuoti svarbiausius parametrus ir problemas;
- b) tikrinti pagrindinius duomenis ir prielaidas;
- c) atlikti jautrumo analizę, siekiant išsiaiškinti, ar neapibrėžtumai apie

duomenų rinkinius ir nustatymus gali reikšmingai pakeisti tyrimo rezultatus.

Jeigu jautrumo analizė parodo, kad BCĮ rezultatai ir susijusios išvados gali būti pakeisti duomenų bazės pasirinkimu ar nustatymais, tai taip pat parodo, kad tyrime yra trūkumų. Tokie trūkumai turi būti aiškiai nurodyti BCĮ ataskaitoje.

2.4 Tolimesni reikalavimai ir aspektai, kuriuos reikia svarstyti.

Pakavimo funkcija ir logistika

Pagrindinis pakavimo tikslas yra racionalizuoti produktų paskirstymą ir taip pat saugoti logistikos išteklius, taip pat išvengti išteklių praradimų, saugant produktų kokybę.

Pakuotės dizainas yra kompromisas tarp medžiagų, reikalingų pakuotei, ir tarp medžiagų sutaupymų paskirstymo sistemoje ir visa tai pasiekta išvengiant produkto nuostolių.

Ypatingo dėmesio reikia paskirstymo sistemos geografinėms riboms, kurios turi atspindėti faktą, kad tinkamas vidinės rinkos funkcionavimas įtraukia prekių transportavimą ilgais maršrutais.

2.5 Būvio ciklo įvertinimo metodikos

Gaminio neigiami aplinkosaugos aspektai gali būti įvertinami labai išsamiai, tiriant jo būvio ciklą. Tyrimo metu nustatoma ciklo apimtis ir funkcinis vienetas, atliekama inventorinė analizė, poveikio įvertinimas ir normalizacija. Neigiamų gaminio aplinkosaugos aspektų reikšmė įvertinama, remiantis jų poveikio aplinkai normalizavimu (atsižvelgiant į fundamentaliuosius poveikio aplinkai kriterijus). Visos gaminių aplinkos apsaugos aspektų analizės priemonės yra

pagrįstos būvio ciklo požiūriu, t. y. šiomis priemonėmis atliekama gaminio potencialių neigiamų poveikių aplinkai analizė per visą jo būvio ciklą – nuo žaliavų išgavimo iki galutinio deponavimo.

Gaminio aplinkosauginis įvertinimas apima aplinkosaugos aspektų identifikavimą, kiekybinį įvertinimą ir reikšmingumo nustatymą. Šiame etape įmonė gali taikyti tokias priemones:

kiekybines: detalųjį ar supaprastintą BCĮ (dažniausiai – programinę būvio ciklo įvertinimo įrangą ir duomenų bases), veiksmingumo indikatorius;

kokybines: lenteles, kontrolinius klausimus ir kt.

Dauguma kiekybinio pobūdžio ekologinių gaminių projektavimo priemonių remiasi būvio ciklo įvertinimu. BCĮ leidžia palyginti gaminius pagal poveikį aplinkai ir spręsti, kuriose būvio ciklo stadijose gaminys labiausiai veikia aplinką. Daugeliu atvejų, projektuojant gaminius, nebūtina atlikti detalaus BCĮ, nes tai sudėtingi, daug laiko ir išteklių reikalaujantys tyrimai. Kadangi projektuojant gaminius laiko veiksnyms lemia, ar gaminys bus sėkmingai pristatytas rinkai, gaminio aplinkosauginis įvertinimas dažniausiai atliekamas naudojant komercinę BCĮ programinę įrangą (pvz.: „SimaPro“, „EcoScan“, „CCaLC2“, „ECO-it“ ir pan.) ir duomenų bases, kuriose sukaupti jau atliktų BCĮ tyrimų rezultatai. BCĮ programinė įranga paprastai skiriama vartotojams, neturintiems aplinkosauginio išsilavinimo, ir, prieš pradėdant ją naudoti, pristatoma.

Deja, neretai naudotis kitoms šalims pritaikyta BCĮ programine įranga nėra tikslinga. Tokioje įrangoje naudojamos duomenų bazės sudaromos atsižvelgiant į šalies ar regiono, kuriame įranga bus taikoma, aplinkosaugos problemas ir prioritetus. Be to, atsižvelgiant į tai, kad mažoms ir vidutinėms įmonėms neretai būna finansiškai sunku įsigyti brangią BCĮ programinę įrangą, siūloma taikyti ir kokybinio pobūdžio gaminio aplinkosauginės įvertinimo priemones, pavyzdžiui, lenteles ar kontrolinius klausimus. Tokių priemonių pavyzdys gali būti medžiagų, energijos ir toksinių išmetalų (angl., *Material, Energy, Toxic Emissions – MET*) lentelė, kurią užpildžius galima nustatyti pagrindinius gaminio aplinkosaugos aspektus per visą jo būvio ciklą. Yra ir kitų gaminių aplinkosauginio įvertinimo metodikų, pavyzdžiui, medžiagos sąnaudų paslaugos vienetui (angl. *Material Input per Service Unit – MIPS*) analizė, energijos poreikio analizė ir pan.

2.5.1 „CCaLC2“ ir „ECO-it“ programinės įrangos apžvalga

„CCaLC2“ – leidžia greitai ir lengvai įvertinti poveikį aplinkai ir pridėtinę vertę tiekimo grandinėje. Programa naudoja būvio ciklo metodą ir jis leidžia įvertinti šiuos poveikius aplinkai:

- anglies pėdsaką;
- vandens pėdsaką;
- rūgštėjimo potencialą;

- eutrofikacijos potencialą;
- ozono sluoksnio mažėjimo potencialą;
- fotocheminį smogą;
- toksiškumą žmogui.

Įrankis buvo sukurtas galvojant apie šiuos tikslus:

- kaip, laikantis tarptautinių BCĮ standartų (ISO 14044 ir PAS2050), greitai ir lengvai nepatyrusiam vartotojui apskaičiuoti anglies pėdsaką ir kitus poveikius aplinkai;
- teikiant išsamias duomenų bazes sumažinti pastangų ir laiko išteklius renkant duomenis;
- padėti nustatyti aplinkosauginius „karštus taškus“ ir gerinimo galimybes;
- rasti kompromisą tarp poveikio aplinkai ir ekonominių sąnaudų.

„ECO-it“ – per kelias minutes leidžia suprojektuoti sudėtingo produkto sistemą didžiajai būvio ciklo daliai. „ECO-it“ apskaičiuoja poveikį aplinkai ir nurodo dalis, kurios būvio cikle daro didžiausią įtaką. Turint šiuos duomenis ir pasitelkus kūrybiškumą galime pagerinti aplinkosauginį produkto veiksmingumą.

„ECO-it“ programinė įranga pateikiama su daugiau kaip 500 dažniausiai naudojamų medžiagų (metalai, plastikai, popierius, kartono ir stiklo), taip pat gamybos, transportavimo, energijos ir atliekų tvarkymo procesų poveikiu aplinkai (ReCiPe) ir anglies pėdsaku (CO²). Šie duomenys yra kaip iš anksto suprojektuoti modeliai jūsų produkto būvio ciklui kurti. Jūs galite redaguoti esamą duomenų bazę, arba sukurti savo nuosavas duomenų bazes, su skirtingais vertinimo metodais („ECO-edit“).

2.5.2 Duomenų kokybė

BCĮ duomenų kokybė turėtų būti patikrinta, sekant EN ISO 14040:2006, 5.2.4 ir EN ISO 14044:2006, 4.2.3.6 pagrindinius principus ir reikalavimus. Prisiminkime tai, kad BCĮ metodologija vis dar yra plėtojama ir ateityje šie pagrindiniai principai gali būti modifikuoti.

Duomenų, kurie reikalingi tyrimui, kokybės reikalavimai nurodyti bendrais charakteristikos bruožais. Duomenų kokybės aprašymai yra svarbūs, norint suprasti tyrimo rezultatų patikimumą ir tinkamai juos interpretuoti (EN ISO 14040:2006, 5.2.4).

Duomenys pasirinkti būvio ciklo įvertinimui priklauso nuo tyrimo tikslo ir srities. Šie duomenys gali būti surinkti iš gamybos vietos, susijusios su funkcinio vieneto procesais sistemos ribose, arba jie gali būti gauti ar suskaičiuoti iš kitų šaltinių. Praktikoje visi duomenys gali apimti išmatuotų, apskaičiuotų ar numatomų duomenų visumą (EN ISO 14044:2006, 4.2.3).

Duomenų kokybės reikalavimai turėtų apimti šiuos aspektus (EN ISO 14044:2006, 4.2.3.6.2):

- a) laiko aprėptis: duomenų amžius ir minimalus laiko tarpas, per kurį turėtų būti surinkti duomenys;
- b) geografinė aprėptis: geografinė vieta iš kurios turėtų būti surinkti duomenys funkcinio vieneto procesams, norint atitikti tyrimo tikslą;
- c) technologinė aprėptis: apibūdinti technologiją ar technologijų derinį.

Vienas iš sudėtingiausių BCĮ žingsnių pakavimo ir paskirstymo sistemoms yra duomenų surinkimas. Duomenys dažnai yra sunkiai surandami, prašoma iš didelio skaičiaus skirtingų veiklų ir gali būti konfidencialūs. Reikėtų numatyti, kad duomenų rinkimas – daug laiko užimantis procesas. ISO/TS 14048 apibūdina BCĮ duomenų tvarkymą ir skaidrumą.

Metodiniai duomenų pasirinkimai, tikslumas, užbaigtumas ir reprezentatyvumas taip pat, kaip peržiūros procesai, gali varijuoti iš vienos duomenų bazės į kitą. Jeigu duomenys iš duomenų bazės yra panaudoti, siekiant užtikrinti nuoseklumą, jie, esant galimybei, turėtų būti išimti iš duomenų bazės, laikantis tų pačių reikalavimų.

Šiuo tikslu Europos Komisija, per BCĮ ES Platformą koordinuoja International Reference Life Cycle Data System (ILCD), kuri pateikia bendrą kokybės, metodo, dokumentavimo, terminų sąrašo ir peržiūros reikalavimų rinkinį skirtingam BCĮ taikymui. ILCD taip pat įtraukia duomenų rinkinius iš European Reference Life Cycle Database (ELCD), kurie suteikia dažniausių prekių ir paslaugų būvio ciklo inventorizacijos duomenų rinkinių, atitinkančių ES reglamentus, skaičių.

Pakavimo ir skirstymo sistemos yra pritaikomos individualiai, todėl sunkiai apibendrinamos. Didelis dėmesys turi būti skirtas naudojant antrinius duomenis iš duomenų bazių, ypač kur duomenys yra menkai aprašyti, šaltiniai nėra aiškūs ir tų duomenų tinkamumas duotajam tyrimui yra sunkiai nustatomas.

Pakavimo ir paskirstymo sistemų skirtumai, pavyzdžiui, paskirstyme atstumo ir energijos modeliai skirtingoms šalims, yra svarbūs variacijos šaltiniai, o ypatingai svarbus yra visiškas naudojamų duomenų ir prielaidų skaidrumas.

2.6 Plėvelės mechaninių savybių nustatymo tyrimų metodika

Šio magistro darbo tyrimams atlikti buvo naudojamas tempimo įrenginys, tempimo bandymai buvo atlikti vadovaujantis ISO 527 standartu.

Tempimo tyrimams praktiškai atlikti buvo naudojamas tempimo įrenginys, stiprintuvas, pikoskopas ir kompiuteris. Tempimo įrenginio kalibravimą galite rasti pirmame priede.

Tempimo įrenginys turi išlaikyti tempimo tyrimo greitį kaip parodyta lentelėje.



Rekomenduojami tyrimo greičiai:

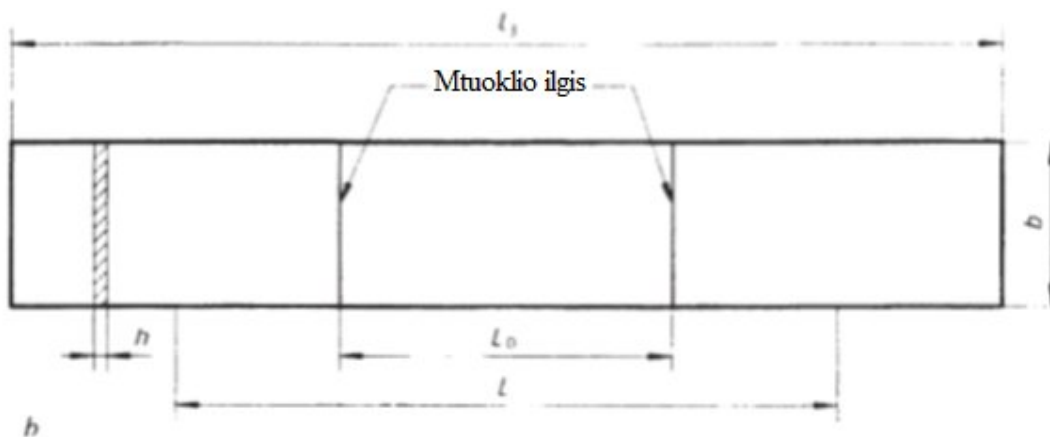
Greitis, mm/min.	Tolerancija, %
1	± 20 ¹⁾
2	± 20 ¹⁾
5	± 20
10	± 20
20	± 10
50	± 10
100	± 10
200	± 10
500	± 10

¹⁾ Šios tolerancijos yra mažesnės už tas, kurios nurodytos ISO 5893

Lentelė 3. Rekomenduojami tempimo greičiai pagal ISO 527-1:1993 standartą

11 pav. KTU Pakavimo inovacijų ir tyrimų centro tempimo įrenginys.

Bandinių charakteristikos



- b Plotis : nuo 10 mm iki 25 mm
- h Storis : ≤ 1 mm
- L_0 Matuoklio ilgis: 50 mm ± 0.5 mm
- L Atstumas tarp griebtų : 100 mm ± 5 mm
- l_3 Bendras ilgis : ≥ 150 mm

12 pav. Bandinio nurodymai pagal ISO 527-3

Išimtimi gali būti tam tikros plėvelės, kurios turi savybę pailgėti daug kartų, kol sutrūksta, dėl ko gali neužtekti tempimo įrenginio eigos. Tokiu būdu yra leidžiama sumažinti pradinį atstumą tarp griebtų iki 50 mm.

3 BIB TIPO PAKUOČIŲ BŪVIO CIKLO ĮVERTINIMO TYRIMAI. PLĖVELIŲ MECHANINIŲ SAVYBIŲ TYRIMAI

Tyrimo metu taikomos tokios metodikos – Būvio ciklo įvertinimas (BCI), „CCaLC2“ ir „ECO-it“ programinė įranga, mechaninės savybės tirtos pagal ISO 527 standartą.

Tyrimo detalės. Tiriamos plėvelės ir jų charakteristikos yra surašytos lentelėje. Buvo gauti dviejų tipų barjerinės plėvelės BIB gamybai. Pirmasis buvo su metalizuotu PET (aliuminio sluoksnis), kitas buvo permatomas su PA (poliamidu). Plėvelių plotis 33,5 cm, ilgis 39,5 cm, aukštis atitinka plėvelės sluoksnio storį. Remiantis šiais duomenimis, buvo apskaičiuoti medžiagų svoriai, siekiant sužinoti jų poveikį aplinkai. Naudota programa – „CCaLC2“ ir „ECO-it“.

Medžiagos	Storis, μm	Svoris, kg	Tankis, g/cm^3	Tūris, cm^3
PE	370	0,004602	0,94	4,896025
PET	10	0,001839318	1,39	1,32325
PA	12	0,001810206	1,14	1,5879
Al	2	0,00071456	2,7	0,26465

Lentelė 4. Visų tirtų medžiagų charakteristikos

Viso tyrimo metu buvo atlikti šių bandinių mechaniniai plėvelės tempimo tyrimai. Visų bandinių grafikai ir duomenys sudėti antrajame priede. Svarbiausi bandymai yra pavaizduoti tiriamojoje dalyje.



13 pav. Mechaninių savybių tyrimo bandiniai

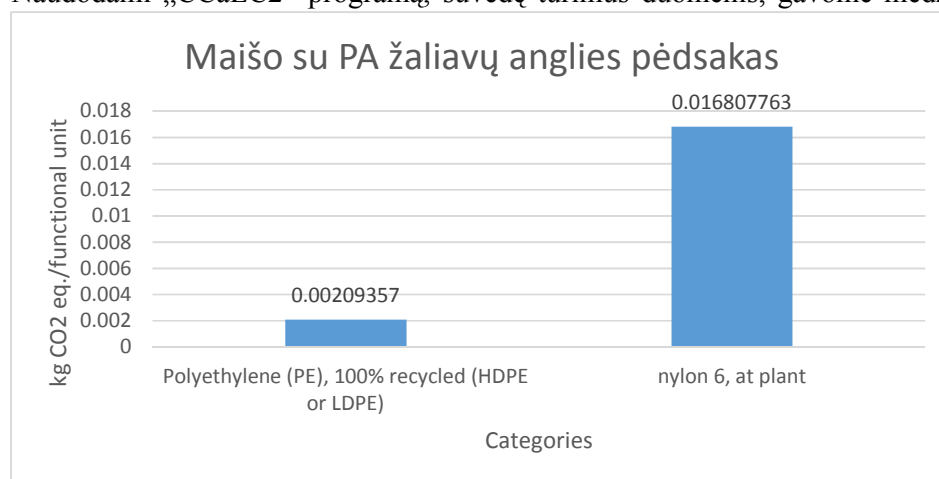
3.1 Plėvelės, su poliamido sluoksniu, poveikio aplinkai ir mechaniniai tyrimai

Pirmoji tirta plėvelė yra su poliamido sluoksniu. Kadangi poliamidas suteikia barjerines savybes jis dedamas į išorinį sluoksnį. Išorinį sluoksnį sudaro: PE35/PA12/PE50. Vidinis sluoksnis sudarytas tik iš PE 2x50.

Medžiagos (maišas be aliuminio)	Storis, μm	Svoris, kg	Tankis, g/cm^3	Tūris, cm^3
PE	185	0,002301132	0,94	2,4480125
PA	12	0,001810206	1,14	1,5879

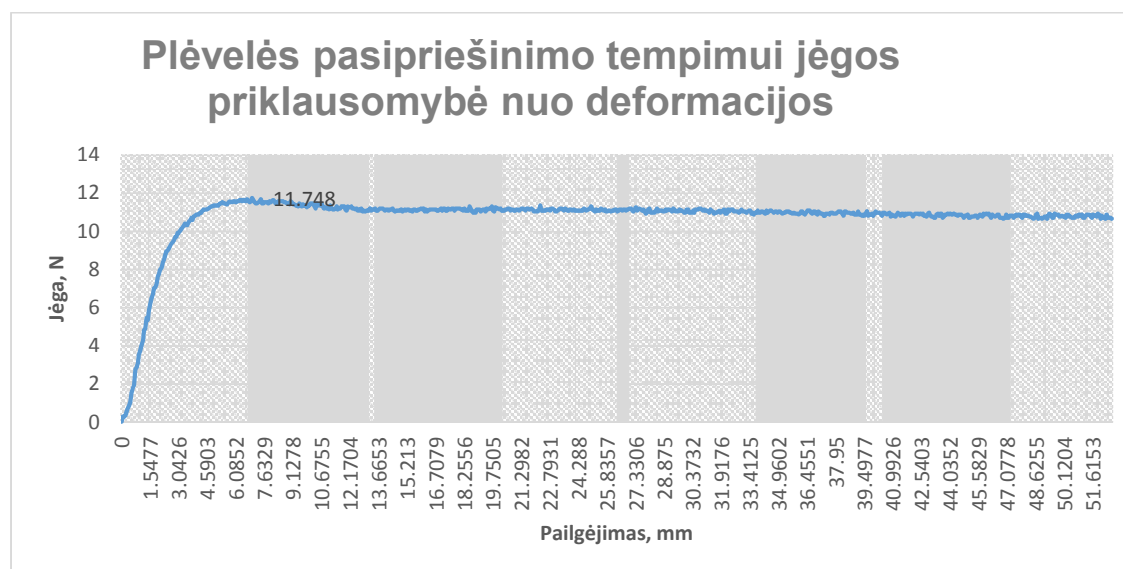
Lentelė 5. Maišo su poliamido sluoksniu sudedamųjų medžiagų charakteristikos

Naudodami „CCaLC2“ programą, suvedę turimus duomenis, gavome medžiagų poveikį aplinkai.



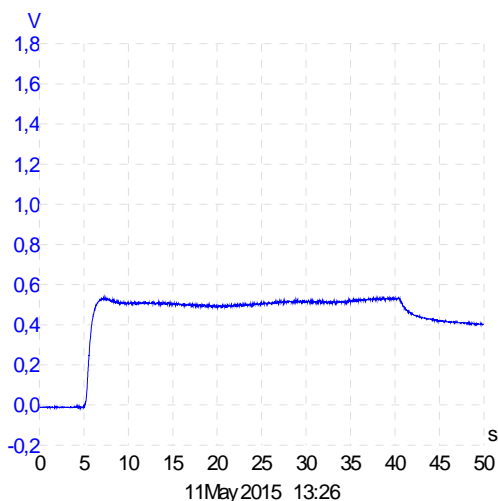
14 pav. BIB tipo pakuotės, su poliamido sluoksniu, anglies pėdsakas

Atlikti tempimo tyrimai maišui su PA. Bandinys pasirinktas su siūle.



15 pav. Plėvelės pasipriešinimo tempimui, jėgos priklausomybė nuo deformacijos

Maksimali pasipriešinimo tempimui jėga yra 11,748 N. Tempiant toliau, jėga svyruoja, bet nežymiai, o plėvelės bandinys tempiasi toliau. Todėl, galime sakyti (kadangi plėvelė neplyšo), jog plėvelei pailgėjus 200 % ar 300 % ji praranda prekinę vertę ir ji yra laikoma nebetinkama atlikti savo funkciją.



16 pav. Originalus tempimo grafikas (siūlė, maišo su PA), naudojant metodikoje paminėtą tempimo aparatą

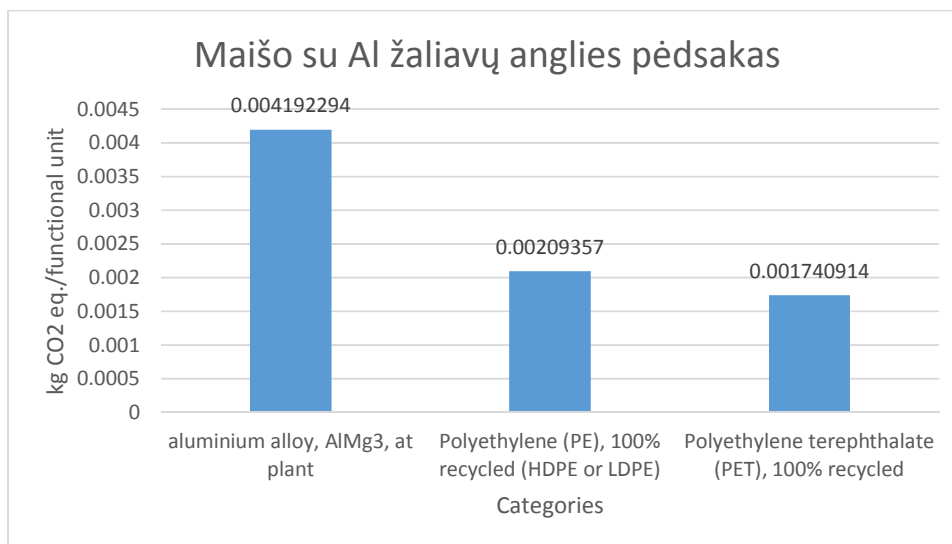
3.2 Plėvelės, su aliuminio sluoksniu, poveikio aplinkai ir mechaniniai tyrimai

Antroji tirta plėvelė yra su metalizuoto PET sluoksniu. Aliuminio plėvelė suteikia barjerines savybes dėl to jis yra naudojamas išoriniame sluoksnyje: PE35/mPET12/PE50. Vidinis sluoksnis yra sudarytas tik iš PE 2x50.

Medžiagos (maišas su aliuminiu)	Storis, μm	Svoris, kg	Tankis, g/cm^3	Tūris, cm^3
PE	185	0,002301132	0,94	2,4480125
PET	10	0,001839318	1,39	1,32325
Al	2	0,000714555	2,7	0,26465

Lentelė 6. Maišo su aliuminiu sudedamųjų dalių charakteristikos

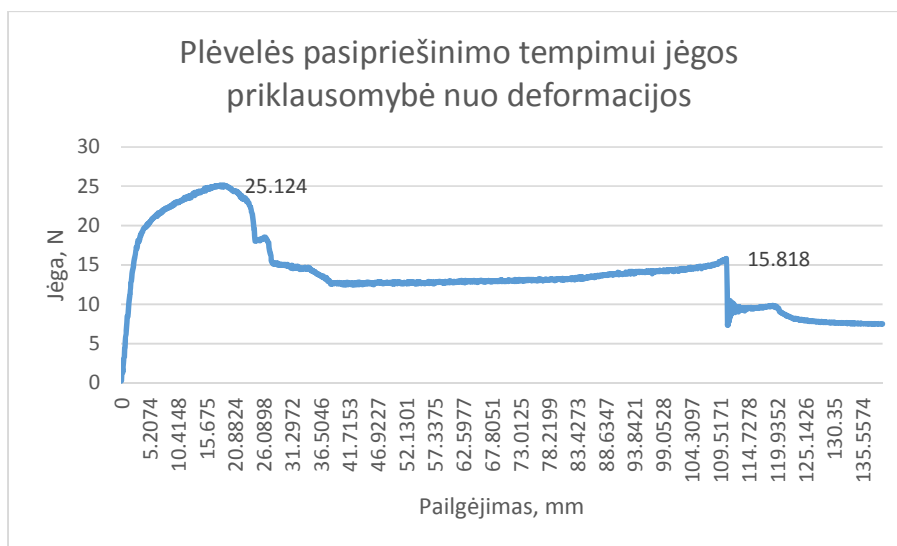
Naudodami „CCaLC2“ programą ir suvedę turimus duomenis, gavome medžiagų poveikį aplinkai.



17 pav. BIB tipo pakuotės, su aliuminio sluoksniu, anglies pėdsakas

Iš paveikslėlio matome, kad didžiausią poveikį aplinkai daro Al (aliuminis) nors jo yra tik 2 μm (!). Maišą sudaro 197 μm storio plėvelės – 185 μm yra PE, 2 μm Al ir 10 μm PET. Kita didžiausią poveikį aplinkai daranti medžiaga yra polietilenas.

Maišo su Al bandinys – skersinio pjūvio su siūle.

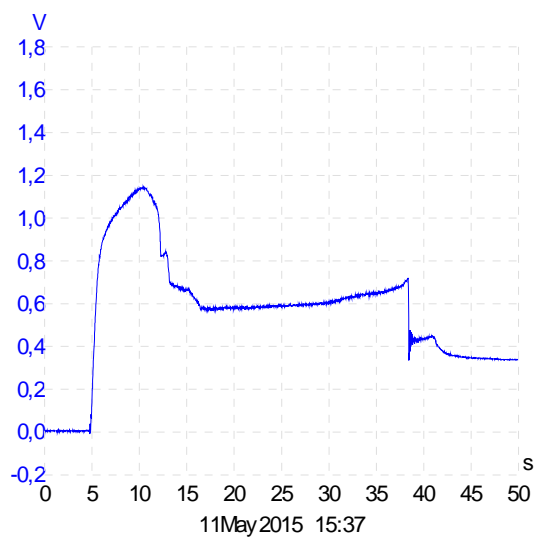


18 pav. Plėvelės pasipriešinimo tempimui jėgos priklausomybė nuo deformacijos (Al)

Tempiant maišo su aliuminiu plėvelę, gauname, kad ties 25,124 N jėga yra maksimalus pasipriešinimas tempimui, ties kuriuo plyšta aliuminio plėvelė (metalizuotas PET). Bet iš grafiko galime matyti, kad plėvelė neplyšta standartiškai, o aliuminio sluoksnis (PE35 μm /mPET12 μm /PE50 μm) atsiklijuoja nuo PE50 μm per siūlę. Polietilenas tempiasi toliau ir, veikiant 15,818 N jėgai, polietileno sluoksnis atsiklijuoja nuo metalizuoto polietileno tereftalato, o vidinis polietileno sluoksnis tempiasi toliau ir nenutrūksta. Tą galime matyti ir nuotraukoje.



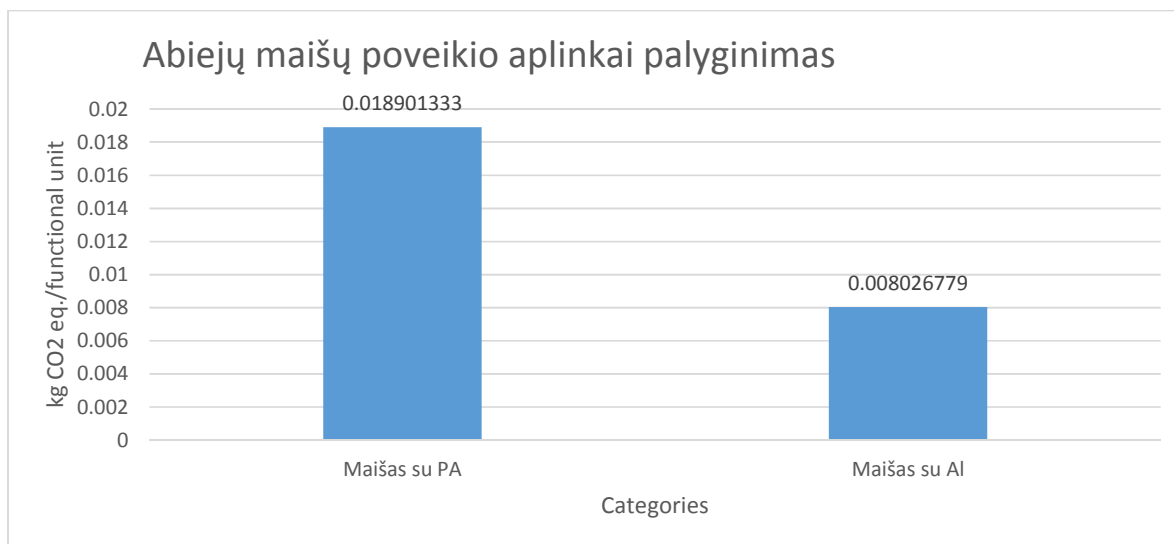
19 pav. Polietileno atsiskuoksnimas nuo aliuminio sluoksnio



20 pav. Originalus tempimo grafikas (siūlė, maišo su Al), naudojant metodikoje paminėtą tempimo aparatą

3.3 Abiejų tipų plėvelės, poveikio aplinkai ir mechaninių, savybių palyginimas

Atlikus abiejų tipų plėvelės poveikio aplinkai vertinimą ir nustatčius jų mechanines savybes jos buvo palygintos pagal abu aspektus. Sudėjus visų medžiagų, reikalingų BIB maišui gaminti, poveikį aplinkai gauti tokie rezultatai.



21 pav. Maišų poveikio aplinkai palyginimas

Iš paveikslo matome, kad maišas su poliamido sluoksniu daro daugiau negu dvigubai didesnę poveikį aplinkai. Didžiąją dalį skirtumo sudaro poliamidas, dėl ko galime daryti išvadą, kad maišas su aliuminio sluoksniu yra draugiškesnis aplinkai.

Barjerinės savybės	Metalizuotas PET	Poliamidas	Barjerinės savybės
Vandens garų barjeras, g/254 cm ² /24 h, 38 °C ir 90 % SOD	0.01 - 0.04	Vandens garų perėjimo greitis yra pakankamai aukštas ir kyla didėjant medžiagos drėgnumui	Vandens garų barjeras
Deguonies pralaidumas, cm ³ /254 cm ² /24 h, 23 °C ir 0 % SOD	0.015 - 0.07	Sausomis sąlygomis - geras. Blogėja didėjant SOD.	Dujų barjeras
SOD - Santykinė oro drėgmė			

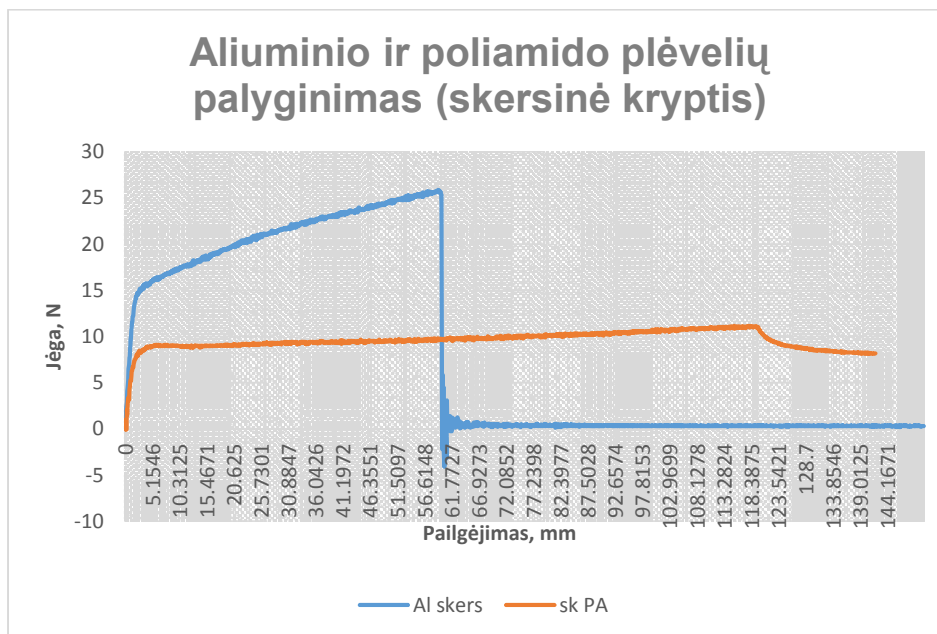
22 pav. Polietileno tereftalato su aliuminiu barjerinių savybių palyginimas su poliamido barjerinėmis savybėmis

Aliuminio plėvelės barjerinės savybės pasižymi labai geru kvapų sulaikymu ir neleidžia garuoti vandeniui. O tai ypač aktualu vynui ir kitiems skysčiams, kurie turi išlaikyti stiprų kvapą ir sulaikyti deguonį. Aliuminio plėvelės mechaninės savybės yra silpnesnės negu poliamido plėvelės. Aliuminis trūksta, o poliamidas tempiasi ir darosi kaip siūlas, taigi labai didelio tūrio maišams geriau tiktų plėvelė su poliamidu.

PA sausomis sąlygomis labai gerai sulaiko dujas, bet ši savybė silpnėja didėjant drėgmei. Vandens garavimo transmisijos greitis yra gana aukštas ir jis didėja kylant medžiagos drėgnumui. Nailono plėvelės charakterizuojamos pagal aukštą atsparumą smūgiams ir tempimo stiprumą. Jos pasižymi geru standumu ir yra atsparios riebalams, aliejui ir rūgštims.

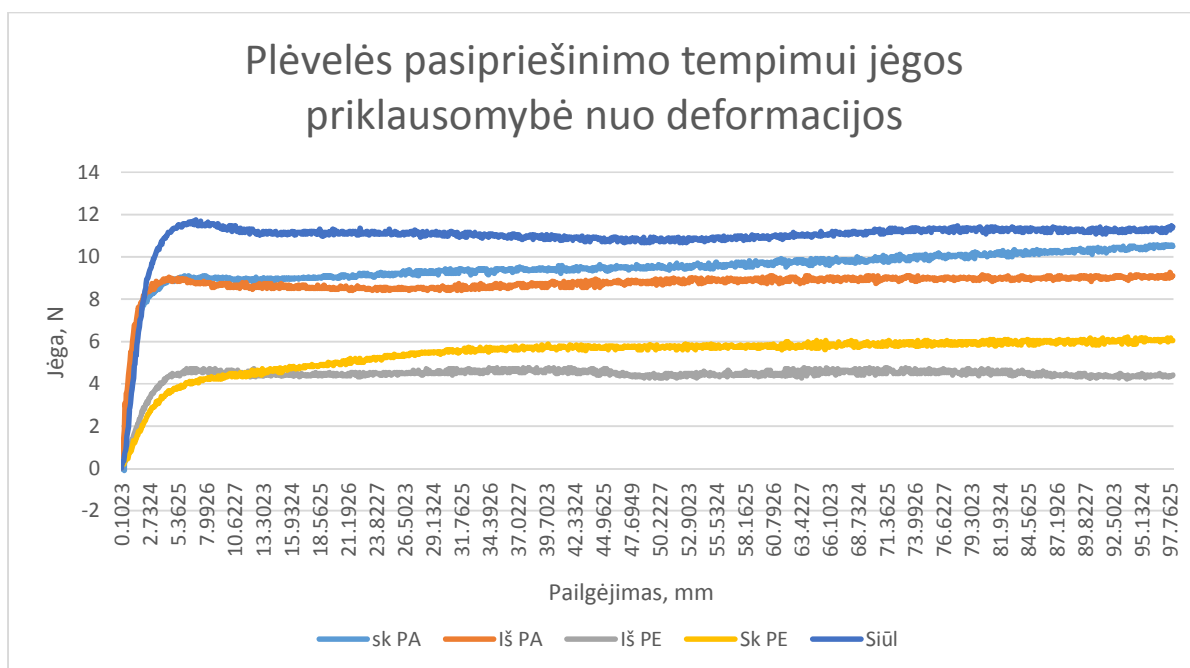
Aliuminio folija dažniausiai naudojama pakuoti kava, medicininiems ir vartotojų sveikatos priežiūros prekėms, sausoms sriuboms, pieno gaminiams, vynui, etc.

Plėvelė su poliamido sluoksniu yra populiariausia modifikuotos atmosferos pakuotėms (pakuotėje yra ne natūralus oras, o pagal reikalingas savybes modifikuotos dujos), vakuomo pakuotėms, kuriose yra konservuota, vytinta mėsa ir sūrio produktai.



23 pav. Poliamido ir aliuminio plėvelių sluoksnių palyginimas

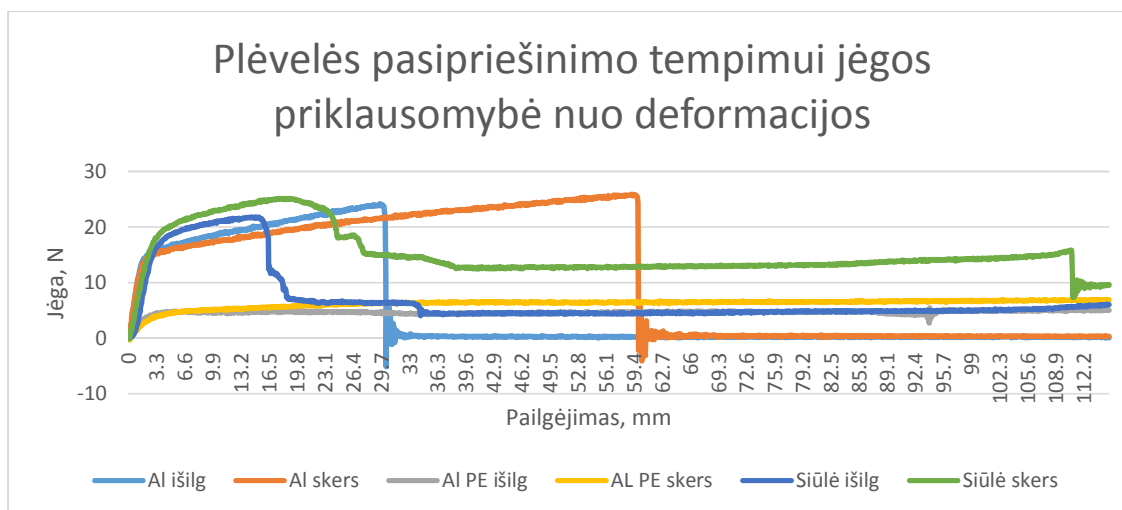
Iš grafiko matome, kad, nepaisant to, jog plėvelės su poliamido sluoksniu atsparumas smūgiams yra didesnis, plėvelės su aliuminio sluoksniu atsparumas tempimui yra dvigubai didesnis negu plėvelės su poliamido sluoksniu. Todėl galime spręsti, kad plėvelė su metalizuotu polietileno tereftalatu turi pakankamas mechanines savybes palyginti su poliamido plėvele.



24 pav. Plėvelės su PA sluoksniu, visų bandinių bendras grafikas

Iš grafiko matome, kad skersinės krypties bandinio plėvelė yra atsparesnė tempimui negu išilginės krypties bandinio plėvelė. Galime daryti išvadą, kad tirtų plėvelių atsparumas tempimui yra didesnis skersine kryptimi.

Atsparumas tempimui išilgine kryptimi yra 14,99 % mažesnis negu skersine kryptimi. Šiuo atveju gali būti tikslinga atsižvelgti į maišų medžiagų atsparumo tempimui kryptį transportuojant ar sandėliuojant.

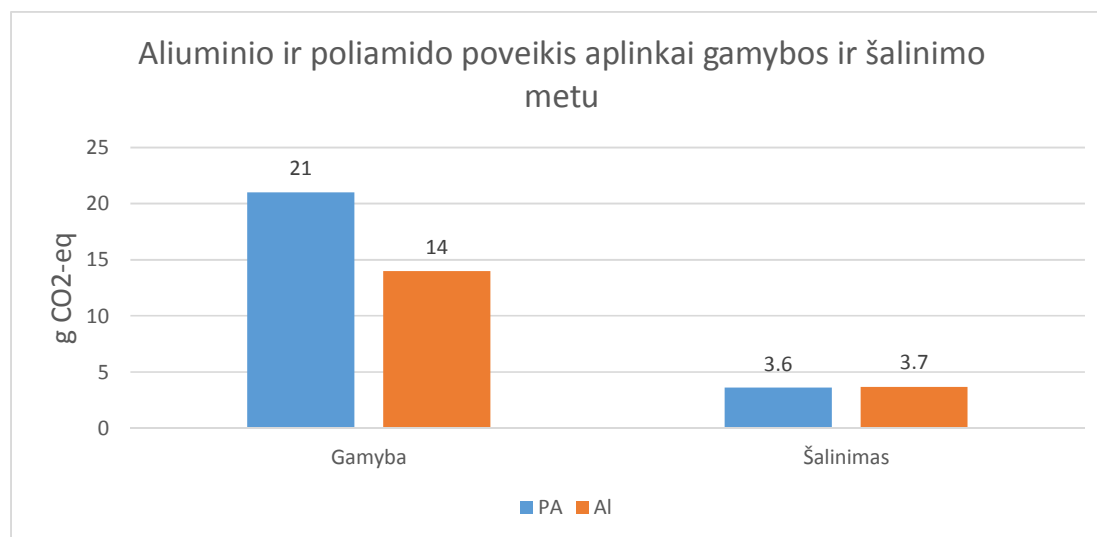


25 pav. Plėvelės su Al sluoksniu, visų bandinių bendras grafikas

Iš grafiko matome, kad visais atvejais skersinės krypties bandinių plėvelė yra atsparesnė tempimui negu išilginės krypties bandinių plėvelė. Iš to darome išvadą, kad ir šiuo atveju

transportuojant ar sandėliuojant gali būti tikslinga atsižvelgti į maišų medžiagų atsparumo tempimui kryptį.

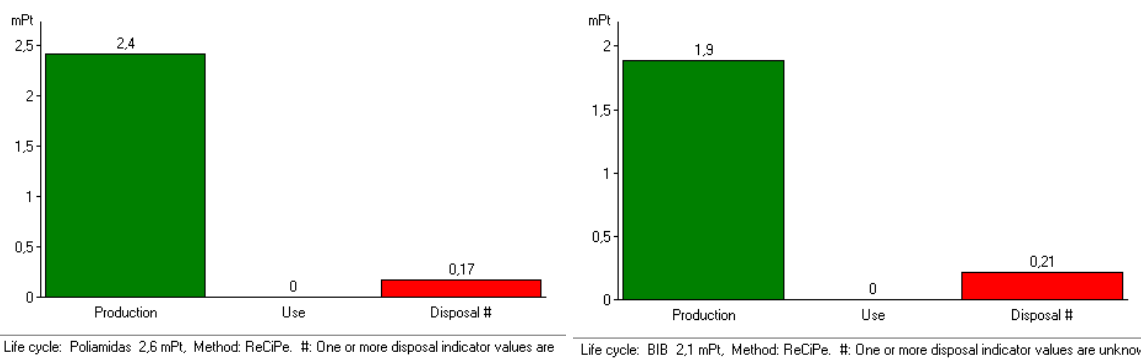
3.4 Poveikio aplinkai nustatymas naudojant „ECO-it“ programinę įrangą



26 pav. Aluminio ir poliamido poveikis aplinkai gamybos ir šalinimo metu (ECO-it)

Panaudojus ECO-it programinę įrangą gauname štai tokį poliamido ir aliuminio medžiagų poveikį aplinkai. Iš šio grafiko galime daryti išvadą, kad aliuminis gamybos daro mažesnę poveikį aplinkai, o šalinimo metu poveikis aplinkai yra labai panašus. Kadangi aliuminio barjerinės savybės yra geresnės negu poliamido ir jis daro mažesnę poveikį aplinkai, galime teigti, kad maišų su aliuminio sluoksniu naudojamas yra optimaliausias. Reikia atsižvelgti ir į tai, jog poliamido privalumas yra didelis atsparumas smūgiams ir didelis atsparumas tempimui, bet kadangi mes tiriamo 5 litrų maišus, aliuminio mechaninės savybės yra pakankamos tokio tipo ir dydžio maišams.

Kita poveikio aplinkai vertinimo kategorija – militaškai (mPt). Apskaičiavus medžiagų ir procesų poveikius aplinkai militaškų išraiška, gauta, kad visas plėvelės su poliamido sluoksniu būvio ciklas sudaro 2,57 taško, kurio daugumą (2 taškai) sudaro gamybos fazė, o visas metalizuoto polietileno tereftalato plėvelės būvio ciklas sudaro 2,11 taško, kurio daugumą (1,9 taško) sudaro gamybos fazė.



27 pav. Plėvelių poveikis aplinkai militaškais (mPt)

Plėvelės su poliamido sluoksniu gamybos fazėje didžiausią poveikį daro poliamido gamyba (1,6 taško), o plėvelės su aliuminio sluoksniu didžiausią poveikį aplinkai daro polietileno (0,81 taško) ir polietileno tereftalato (0,72 taško) gamyba.

Išvados

1. Išanalizavus gautų BIB tipo pakuočių gamybai naudojamų medžiagų specifiką, gauti rezultatai rodo, kad polietileno tereftalato su aliuminiu sluoksnio barjerinės savybės yra labai geros – vandens garų barjeras, 0,01-0,04 g / 254 cm² / 24 h, 38 °C ir 90 % SOD, deguonies pralaidumas – 0,015-0,07 cm³ / 254 cm² / 24 h, 23 °C ir 0 % SOD. Poliamido barjerinės savybės yra prastesnės abiem atžvilgiais – vandens garų perėjimo greitis yra gana aukštas ir, kylant medžiagos drėgnumui, didėja, o dujų pralaidumas geras tik sausomis sąlygomis, didėjant medžiagos drėgnumui, kyla pralaidumas.

2. Pagal teisinius reikalavimus (darnieji standartai) ir higienos normas, dviems geriausias barjerines savybes turinčioms plėvelėms (metalizuoto polietileno tereftalato arba poliamido plėvelės), nustatyta, kad naujam maišui gaminti labiau tinka metalizuoto polietileno tereftalato plėvelė. Dabar šios pakuotės patenka į sąvartyną, bet kai pradėsime jas deginti, metalizuoto polietileno tereftalato plėvelė turės privalumą, dėl didesnio kaloringumo, deginimo metu (*LST EN 13431:2007*).

3. Ištyrus rinkoje tiekiamas BIB pakuotėms skirtas medžiagas, nustatyta, kad plėvelė su aliuminio sluoksniu trūksta greičiau negu plėvelė su poliamido sluoksniu, nes poliamido sluoksnis pasižymi puikiu atsparumu tempimui ir smūgiams. Aliuminio plėvelei plyšti reikalinga jėga – 25,872 N, o tai yra dvigubai daugiau negu poliamido plėvelei. Įvertinus jėgą, reikalingą plėvelei plyšti (aliuminio plėvelė plyšta, o poliamido ne), nutarta, kad aliuminio plėvelės mechaninių savybių pakanka tokio tipo 5 litrų maišui.

4. Ištyrus teikiamų rinkoje BIB pakuočių medžiagų poveikį aplinkai, pagrindinis dėmesys buvo skirtas plėvelei su aliuminio sluoksniu ir plėvelei su poliamido sluoksniu, kadangi jų barjerinės savybės įtakoja medžiagų pasirinkimą maišo gaminimo procese. Panaudojus „CCaCL2“ ir „ECO-it“ programinę įrangą, atlikti tyrimai parodė tokius rezultatus: plėvelės su aliuminio sluoksniu anglies pėdsakas – 0.008 kg CO₂ ekv./funkciniam vienetui, o plėvelės su poliamido sluoksniu – 0.0189 kg CO₂ ekv./funkciniam vienetui. Poveikio aplinkai vertinimo „ECO-it“ programinės įrangos rezultatai tokie: gamybos fazė – poliamido plėvelės poveikis aplinkai 21 g-CO₂ ekv., o aliuminio plėvelės poveikis 14 g-CO₂ ekv. Šalinimo fazėje poveikio aplinkai rezultatai tokie: poliamido plėvelės 3.6 g-CO₂, o plėvelės su aliuminiu – 3.7 g-CO₂. Įvertinus poveikį aplinkai pagal kitą kategoriją (militaškai, mPt), gauta kad didžiausias poveikis aplinkai yra gamybos metu - plėvelės su poliamido sluoksniu 2,4 taško, o plėvelės su aliuminio sluoksniu 1,9 taško. Gamybos fazėje plėvelėje su poliamido sluoksniu išsiskiria poliamido (1,6 taško), o plėvelėje su aliuminio sluoksniu - polietileno (0,81 taško) ir polietileno tereftalato (0,72 taško), gamyba.

5. Įvertinus medžiagų specifiką (medžiagų barjerines savybes), teisinius reikalavimus (ES darniuosius standartus), mechanines medžiagų savybes (tirtų medžiagų mechaninį atsparumą ir veiksmingumą), medžiagų poveikio aplinkai vertinimą (nagrinėtų medžiagų būvio ciklo įvertinimo rezultatus) nutarta gamintojui rekomenduoti metalizuoto polietileno tereftalato plėvelę inovatyvios BIB tipo pakuotės gamybai, kaip pakankamo veiksmingumo ir mažesnio neigiamo poveikio aplinkai alternatyvą.

Literatūros sąrašas

1. Jurgis K. Staniškis, Visvaldas Varžinskas (2010). Life Cycle Based Design and Product Development: Application of LCA to Lithuanian Industry. *Environmental Research, Engineering and Management*, 4(54), p. 43-53.
2. Visvaldas Varžinskas, Jurgis Staniškis, Alis Lebedys, et al.. (2009). Life Cycle Assessment of Common Plastic Packaging for Reducing Environmental Impact and Material Consumption. *Environmental Research, Engineering and Management*, 4(50), p. 57-65.
3. http://practicalaction.org/docs/technical_information_service/packaging_materials.pdf
4. Saša Mrkić, Kata Galić, Marica Ivanković (2011). Effect of Temperature and Mechanical Stress on Barrier Properties of Polymeric Films Used for Food Packaging. *Journal of PLASTIC FILM & SHEETING*, 23, 239-256.
5. Martin Baitz, Stefan Albrecht, Eloise Brauner, et al. (2012). LCA's theory and practice: like ebony and ivory living in perfect harmony? *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18, p. 5-13.
6. Gerald Rebitzer, Jörg H. Schäfer (2009). The remaining challenge - mainstreaming the use of LCA. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 14, p. 101-102.
7. Lucia Mancini, Serenella Sala, Marco Recchioni, et al.(2014). Potential of life cycle assessment for supporting the management of critical raw materials. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20, p. 100-116.
8. Walter Klöpffer (2012). The critical review of life cycle assessment studies according to ISO 14040 and 14044 Origin, purpose and practical performance. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 17, p. 1087-1093.
9. Simone Manfredi, Karen Allacker, Nathan Pelletier, et al. (2015). Comparing the European Commission product environmental footprint method with other environmental accounting methods. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20, p. 389-404.
10. Nathan B. Cruze, Prem K. Goel, Bhavik R. Bakshi (2014). Allocation in life cycle inventory: partial set of solutions to an ill-posed problem. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 19, p. 1854-1865.
11. Alessandra Zamagni, Hanna-Leena Pesonen, Thomas Swarr (2013). From LCA to Life Cycle Sustainability Assessment: concept, practice and future direction. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18, p. 1637-1641.
12. Anna Lewandowska, Alina Matuszak-Flejszman, Katarzyna Joachimiak, et al. (2011). Environmental life cycle assessment (LCA) as a tool for identification and assessment of environmental aspects in environmental management systems (EMS). *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 16, 247-257.

13. Katsuyuki Nakano (2015). Life-cycle assessment framework for adaptation planning to climate change: linking regional climate impact with product design. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20, p. 819-828.
14. LST EN 13427:2006 (EN 13427:2004). Pakuotės. Pakuotėms ir pakuočių atliekoms skirtų Europos standartų taikymo reikalavimai
15. LST EN 13428:2006 (EN 13428:2004). Pakuotės. Specialieji sudėties ir gamybos reikalavimai. Prevencija mažinant žaliavų sąnaudas
16. LST EN 13429:2007 (EN 13429:2004). Pakuotės. Pakartotinis panaudojimas
17. LST EN 13430:2007 (EN 13430:2004). Pakuotės. Naudotų pakuočių, numatomų perdirbti į medžiagas, reikalavimai
18. LST EN 13431:2007 (EN 13431:2004). Pakuotės. Naudotų pakuočių, numatomų deginti regeneruojant energiją, reikalavimai, įskaitant mažiausios vidinės šiluminės vertės reikalavimus
19. LST EN 13432:2004 (EN 13432:2000). Pakuotės. Naudotų pakuočių, numatomų kompostuoti ir biologiškai skaidyti, reikalavimai. Galutinio pakuočių sutvarkymo vertinimo kriterijai ir bandymo schema
20. LST CEN/TR 13695-2:2004. Pakuotės. Pakuotės medžiagoje esančių keturių sunkiųjų metalų bei kitų pavojingų medžiagų ir jų išsiskyrimo į aplinką tikrinimo ir matavimo reikalavimai. 2 dalis
21. *LST 1655:2002 (buvęs CR 13695-1)*
22. LR pakuočių ir pakuočių atliekų tvarkymo įstatymas Nr. IX-517, 2001.09.25d.
23. LST CEN/TR 13910:2011. Pakuotės. Pakuočių būvio ciklo analizės kriterijų ir metodikos ataskaita
24. ISO 2602-1980. Bandymų rezultatų statistinė interpretacija. Vidurkio įvertinimas. Pasikliautinis intervalas
25. ISO 5893. Gumos ir plastmasės bandymų įrangos – tempimo, lenkimo ir spaudimo – specifikacijos.
26. ISO 7500-1
27. <http://www.carbotek.com/en>
28. <http://www.dssmith.com/rapak/>
29. <http://www.slideshare.net/henkywibawa/barrier-properties-of-films-03-12>
30. <http://www.scholle.com>
31. ISO 527. Plastikai. Tempiamųjų savybių nustatymas.
32. Walter Soroka (1999). *Fundamentals of Packaging Technology*, p. 249-264.
33. ISO 527. Tempimo savybių nustatymas: Bandymo sąlygos

34. CUI Man, LU Jia-ping (2012). Design and Parameter Calculation of the Filling Valve and Filling Machine for Particle Containing BIB. *Journal of Jiangnan University(Natural Science Edition)*
35. Dr. Aditi Raut, Dr. Jayashree Bhakay (2014). BIB-Green packaging solution for Indian wine industry. *International journal of multifaceted and multilingual studies*, 1, p. 1-4.
36. Bari S., Veale D., (2012). Improvement of BIB packaging product filling valve CIP performance and efficiency. *Food and Bioproducts Processing*, 90, p. 849-857.
37. Matthias Finkbeiner, (2014). The International Standards as the Constitution of Life Cycle Assessment: The ISO 14040 Series and its Offspring. *LCA Compendium – The Complete World of Life Cycle Assessment*, p. 85-106.
38. Wardenaar T, van Ruijven T, Mendoza Beltran A, et al. (2012) Differences between LCA for analysis and LCA for policy: a case study on the consequences of allocation choices in bio-energy policies. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 17:1059–1067.
39. Hans-Jürgen Schmidt, (2009). Carbon footprinting, labelling and life cycle assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 14, S6-S9.
40. Heijungs R., (2010). Sensitivity coefficients for matrix-based LCA. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 15, p. 511–520.
41. Sonnemann G, Vigon B et al. (2011). Global guidance principles for life cycle assessment databases: a basis for greener processes and products. UNEP/ SETAC Life Cycle Initiative, Paris.
42. Sonnemann G, Vigon B, Broadbent C, et al. (2011). Process on “global guidance for LCA databases”. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 16, p. 95–97.

Priedai

1 Priedas

Tempimo įrenginio kalibravimas

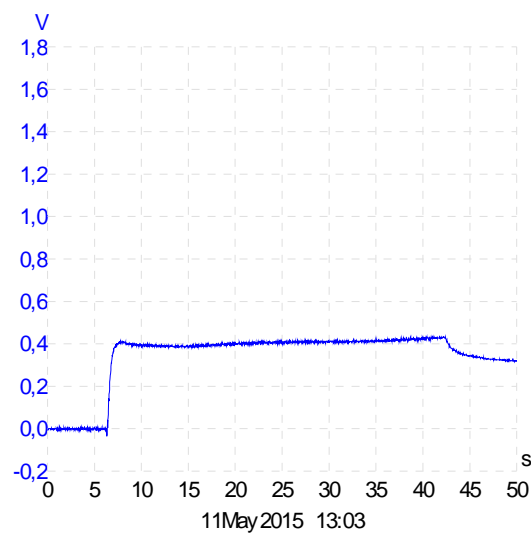
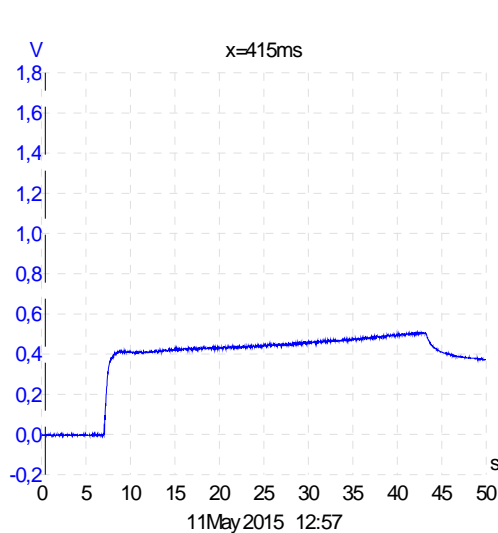
Dinamometro apkrova, kg	0	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	
Parodymai, V	0	0,403	0,629	0,855	1,062	1,288	1,505	1,737	1,963	2,174	2,401	2,566	
Atleidimas	-	0,077	0,364	0,584	0,806	1,032	1,251	1,471	1,697	1,927	2,156	2,379	2,566

0,226	0,207	0,226	0,217	0,232	0,226	0,211	0,227
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

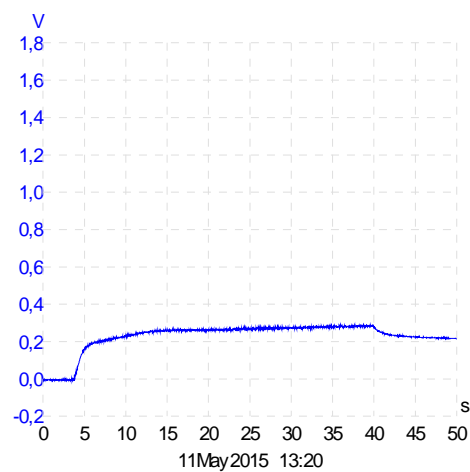
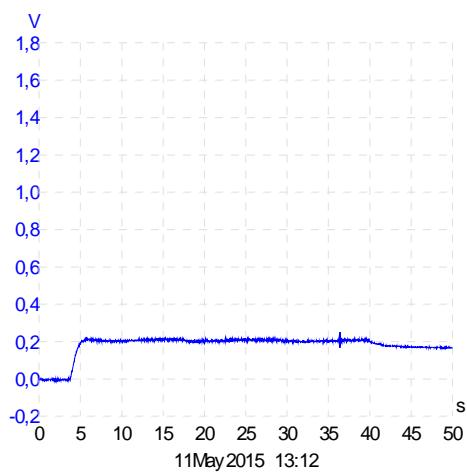
	Uždėjus 5kg svorį		Pavedimo koef.		V/Kg	Kg/V	
100mm eiga per 30,13s, kylant	30,16s	Apkrova įtakos neturi	Skirtumas tarp 1,5 ir 5	1,545	↑	0,441429	2,265372
100mm eiga per 30,04s leidžiantis			Skirtumas tarp 5 ir 1,5	1,572	↓	0,449143	2,226463
			22,20064725	N/V	Pavedimo koef: 22		
			21,81933842	N/V			

2 Priedas

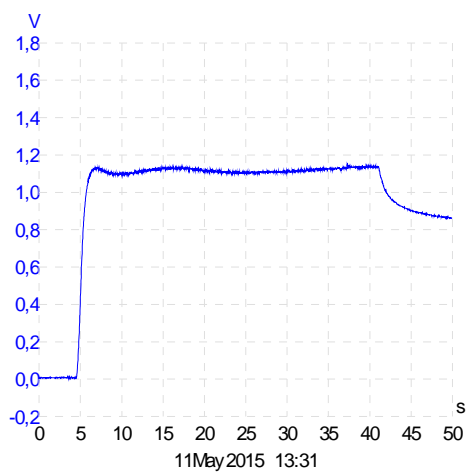
Tempimo bandymų rezultatai



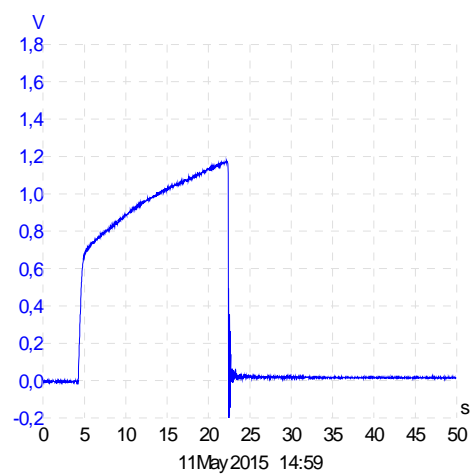
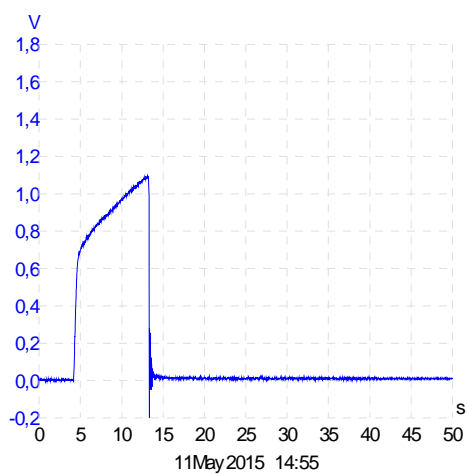
1 grafikas. Grafike kairėje pavaizduota plėvelės su poliamido sluoksniu, skersinės krypties bandinio, dešinėje – išilginės krypties bandinio, tempimo grafikai.



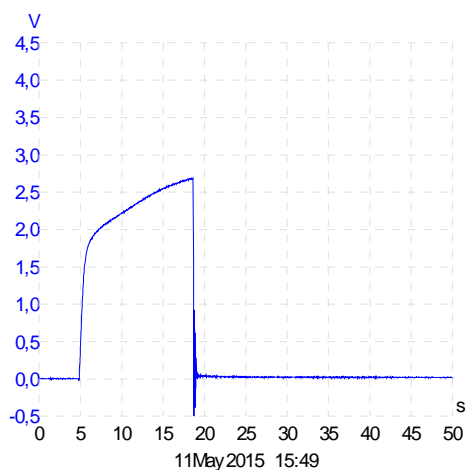
2 grafikas. Grafike kairėje pavaizduota polietileno plėvelės išilginės krypties bandinio, dešinėje – skersinės krypties bandinio, tempimo grafikai.



3 grafikas. Grafike pavaizduotas plėvelės su poliamido sluoksniu siūlės tempimo tyrimas.



4 grafikas. Kairėje pavaizduotas aliuminio plėvelės išilginio bandinio tempimas, kairėje – skersinio bandinio tempimas.



5 grafikas. Aliuminio plėvelės siūlės tempimas.

3 Priedas

Maišo su aliuminio plėvelės sluoksniu tempimo bandymų duomenys.

Al išilg	Al skers	Al PE išilg	AL PE skers	Siūlė išilg	Siūlė skers
-0,022	0,088	0,022	0,022	-0,022	0,088
0,396	0,242	0,132	0,396	0,088	-0,132
0,99	0,836	0,132	0,572	0,198	0,242
1,1	1,474	0,286	-0,286	0,132	0,352
1,738	2,398	0,286	0,462	0,198	1,32
2,288	2,926	0,682	0,396	0,198	1,804
2,816	4,114	0,836	0,352	0,242	1,364
4,158	4,378	0,99	0,682	0,352	2,068
5,236	4,818	1,364	0,836	0,462	2,508
5,192	5,236	1,43	0,506	0,572	3,036
5,874	6,534	1,584	1,166	0,682	3,256
6,468	6,952	1,804	1,056	0,946	4,422
7,986	7,7	1,848	1,254	1,1	4,488
.....
0,132	0,286	4,224	5,456	4,488	7,436
0,242	0,242	4,224	5,39	4,422	7,436
0,242	0,286	4,224	5,39	4,422	7,392
0,198	0,286	4,224	5,456	4,422	7,436
0,198	0,286	4,224	5,456	4,422	7,392
0,242	0,286	4,158	5,39	4,422	7,392
0,242	0,286	4,158	5,39	4,378	7,392
0,242	0,286	4,158	5,456	4,422	7,392
0,242	0,286	4,224	5,39	4,422	7,392
0,198	0,286	4,224	5,39	4,422	7,392
0,242	0,352	4,224	5,39	4,378	7,392
.....	
0,198	0,286		5,39	4,422	

1 lentelė. Maišo su aliuminio sluoksniu, plėvelių tempimo bandymų duomenys

Maišo su poliamido plėvelės sluoksniu, tempimo bandymų duomenys

sk PA	Iš PA	Iš PE	Sk PE	Siūl
-0,022	0,022	0,022	0,088	0,022
0,99	0,836	0,198	0,352	0,286
0,946	1,056	0,242	0,286	0,286
0,836	1,43	0,242	0,198	0,352
-0,088	1,804	0,242	0,286	0,572
2,068	3,08	0,286	0,462	0,726
1,584	2,816	0,572	0,396	0,88
2,442	3,564	0,682	0,572	1,056
3,08	3,674	0,726	0,462	1,54
3,366	4,004	0,77	0,462	1,804
3,08	4,422	0,946	0,616	1,958
3,19	4,818	0,88	0,836	2,772
.....
8,184	6,952	3,674	4,818	8,888

2 lentelė. Maišo su poliamido plėvele tempimo bandymų duomenys