



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS INSTITUTAS**

Edgaras Stunžėnas

**Maisto atliekų srautai ir jų integruotas valdymas savivaldybės
lygmenyje**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas
Doc. dr. Irina Kliopova

KAUNAS, 2016

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS INSTITUTAS**

**MAISTO ATLIEKŲ SRAUTAI IR JŲ INTEGRUOTAS VALDYMAS
SAVIVALDYBĖS LYGMENYJE**

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

Vadovas

Doc. dr. Irina Kliopova

Recenzentas

Prof. dr. Jolita Kruopienė

Projektą atliko

Edgaras Stunžėnas

KAUNAS, 2016



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Aplinkos inžinerijos institutas

(Fakultetas)

Edgaras Stunžėnas

(Studento vardas, pavardė)

Aplinkos apsaugos vadyba ir švaresnė gamyba, 621H17002

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Maisto atliekų srautai ir jų integruotas valdymas savivaldybės lygmenyje“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 ____ . _____ .
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Edgaro Stunžėno**, baigiamasis projektas tema „Maisto atliekų srautai ir jų integruotas valdymas savivaldybės lygmenyje“ 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)

Stunžėnas, Edgaras. Maisto atliekų srautai ir jų integruotas valdymas savivaldybės lygmenyje. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Irina Kliopova; Kauno technologijos universitetas, Aplinkos inžinerijos institutas.

Mokslų kryptis ir sritis: bendroji inžinerija, technologijos mokslai

Reikšminiai žodžiai: maisto atliekos, atliekų medžiaginis ir energetinis potencialas, integruotas atliekų tvarkymas / valdymas, pirminis rūšiavimas, mechaninis - biologinis apdorojimas (MBA)

Kaunas, 2016. 81 p.

SANTRAUKA

Maisto atliekų srautų valdymas išlieka svarbus elementas Lietuvos ir Europos mastu. Maisto atliekų valdymo tema aktuali dėl kelių priežasčių: šių atliekų įvairumas ir didėjimo tendencija, aplinkosauginiai apribojimai šioms atliekoms patekti į šalinamą srautą, didelis medžiaginių ir energetinių resursų potencialas bei trikdžių, veikiančių šių atliekų valdymo sistemą, gausa, dėl kurių atsiranda nuokrypiai nuo nustatytų tikslų.

Magistro baigiamajame darbe pirmą kartą analizuojama galimybė tvarkyti maisto atliekas jų susidarymo šaltinyje – kavinėje.

Magistro tezėse buvo atlikta mokslinės literatūros ir teisės aktų analizė, maisto atliekų srautų ir jų tvarkymo tematika. Buvo įvertinti maisto atliekų srautai, naujausios šių atliekų tvarkymo alternatyvos, prevenciniai metodai. Teisės aktų apžvalgoje nustatyta, kad biologiškai skaidžių atliekų tvarkymas ekonomiškai naudinga būdu, išlaikant aukšto lygio aplinkos apsaugą, yra vienas prioritetų visoje Europos sąjungoje.

Moksliniame darbe išanalizuota Telšių rajono savivaldybės esama biologiškai skaidžių atliekų tvarkymo sistema, ypač didelis dėmesys buvo skirtas maisto atliekų srautams. Nustatyta, kad savivaldybėje susidaro 7448,87 t/m. Biologiškai skaidžių atliekų (BSA) iš komunalinių atliekų srauto, 1082,83 t/m. šalutinių gamybos produktų iš savivaldybės skerdyklų ir 137040 m³/m. išrūgų. Komunalinės atliekos kartu su biologiškai skaidžia frakcija tvarkomos regiono mechaninio biologinio apdorojimo įrenginiuose (MBA). Po šių atliekų apdorojimo, kartu su visų savivaldybių komunalinėmis atliekomis į sąvartyną šalinama 12171,25 t/m. Daliai šių atliekų sutvarkyti siūlomos alternatyvos. Pirmoji – MBA patobulinimas, kuris leidžia 133 100 m³/m. padidinti biodujų išėgą ir pagaminti 1206,9 t/m. biokomposto, naudojant atskirai išrūšiuotas BSA atliekas iš daugiabučių, kitų organizacijų bei apgyvendinimo ir maitinimo įstaigų. Po šio sprendimo MBA apdorotų komunalinių atliekų kiekis šalinamas sąvartyne bus 11710,87 t/m. Antroji – AB „Žemaitijos pienas“ likusių išrūgų perdirbimas naudojant mikro-, ultra-, nanofiltracijas, kurios leidžia atgauti 4628,18 t/m. laktozės ir 606,26 t/m. baltymų. Trečioji – maisto atliekų tvarkymas kavinėje „Branša“, kuris leistų per metus biologiškai apdoroti 10 t maisto atliekų. Kartu visos maisto atliekų srautų valdymo inovacijos sudaro integruotą maisto atliekų valdymo sistemą, kuri leis objekte atskirai surinkti ir Telšių regiono MBA apdoroti 2055,22 t/m. maisto atliekų iš daugiabučių, organizacijų bei apgyvendinimo ir maitinimo įstaigų, prieš tai šias atliekas sumaišius su 436 t/m. žaliųjų atliekų (ŽA) iš žaliųjų atliekų kompostavimo aikštelės (ŽAKA). Dar 10 t/m. MA bus apdorojama jų susidarymo šaltinyje – kavinėje „Branša“, kur likęs pirminis kompostas bus brandinamas ŽAKA, o siūloma inovacija išrūgų perdirbimui leis sumažinti šių ŠGP kiekį 80 %.

Stunžėnas, Edgaras. FOOD WASTE FLOWS AND THEIR INTEGRATED MANAGEMENT ON MUNICIPALITY LEVEL: Master's thesis in Environmental Management and Cleaner Production / supervisor assoc. Edgaras Stunžėnas. Institute of Environmental Engineering, Kaunas University of Technology.

Research area and field: General Engineering, Technological Sciences

Key words: Food waste, waste nutrient and energetic potential, integrated waste management, mechanical-biological treatment (MBT), source separation

Kaunas, 2016. 81 p.

SUMMARY

Food waste flow management remains an important element on the Lithuanian and European level. Food waste management is important topic for several reasons: the diversity of these wastes and upward trend, environmental restrictions for disposal of these wastes, big potential for material and energy recovery, a whole range of disturbances in the waste management operating system, resulting in deviations from the stated goals.

For the first time in master's thesis, a possibility on how to manage food wastes at the cafeteria was analyzed.

In master's thesis, analysis of scientific literature, legislation, food waste streams and management was carried out. There was assessed the most recent food waste management options, methods of prevention and food waste streams. In legislation overview there was identified that one of the priorities of the European Union is that biodegradable waste management should be carried out in cost-effective manner, while maintaining a high level of environmental protection.

In scientific work in Telšiai district municipality, biodegradable waste management system was analyzed, special attention was given to the food waste streams. It was found that in the municipality 7448.87 t/y. of biodegradable waste from municipal solid waste stream is generated, 1082.83 t/y. by-products from the municipal slaughterhouse and 137040 m³/y. of whey. Municipal waste, together with the biodegradable fraction is treated in regional MBT. After the waste treatment, along with remaining municipalities solid waste stream is landfilling with the capacity of 12171,25 t/y. For a part of these wastes, alternatives are proposed. First one – MBT optimization, which allows to enlarge biogas production by 133100 m³/y. and produce 1206,9 t/y. of biocompost by using source segregated food wastes from blocks of flats, other organizations, accommodation and catering facilities. After this decision, the MBT treated municipal waste going to landfill will be 11710,87 t/y. Second one – AB “Žemaitijos pienas” remaining whey recycling by using micro, ultra, nano filtration technologies for recovery 4628,18 t/y. lactose and 606,26 t/y. proteins. Third one – food waste treatment in cafeteria “Branša” which allows to treat 10 t/y. of food waste at the source. Together all these innovations consists an integrated food waste management system which allows separately collect and treat in Telšiai MBT 2055,22 t/y. of food waste from flats, organizations and accommodation and catering facilities, before mixing these wastes with green wastes 436 t/y. from green waste composting site. Another 10 t/y. will be treated inside the source in cafeteria “Branša” and remaining digestate will be disposed to green waste composting site for further maturation and the proposed innovation for whey processing will allow reduce whey amount by 80 %.

TURINYS

SANTRAUKA	4
SUMMARY	5
LENTELIŲ SĄRAŠAS.....	8
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	9
PRIEDŲ SĄRAŠAS	10
SANTRUMPŲ SĄRAŠAS	11
ĮVADAS.....	12
1 MAISTO ATLIEKŲ SRAUTAI IR JŲ TVARKYMAS	14
1.1 Maisto atliekų fizikinės ir cheminės savybės	14
1.2 Maisto atliekų susidarymo šaltiniai	16
1.2.1 Komunalinių atliekų srautas	17
1.2.2 Viešojo maitinimo įstaigos.....	17
1.2.3 Augalinės kilmės maisto pramonė.....	18
1.2.4 Pieno perdirbimo pramonės.....	19
1.2.5 Mėsos perdirbimo pramonė.....	19
1.3 Taikomi prevenciniai metodai.....	19
1.3.1 MA prevencija maitinimo sektoriuje.....	19
1.3.2 Biologiškai skaidžių atliekų prevencija maisto pramonėje	23
1.4 Biologiškai skaidžių atliekų perdirbimas	24
1.4.1 Bioplastikų gamyba iš biologiškai skaidžių atliekų	25
1.4.2 Chitozano gamyba iš biologiškai skaidžių atliekų	26
1.4.3 Baltymai iš biologiškai skaidžių atliekų.....	26
1.4.4 Biologiškai skaidžių atliekų kaip komponentai nanodalelių gamybai	27
1.4.5 Sveikatai naudingų medžiagų gamyba iš biologiškai skaidžių atliekų.....	28
1.4.6 Pramoninių fermentų gamyba iš biologiškai skaidžių atliekų.....	29
1.4.7 Biodegalai iš biologiškai skaidžių atliekų	29
1.4.8 Biodujų gamyba iš biologiškai skaidžių atliekų	30
1.4.9 Pašarai iš biologiškai skaidžių atliekų.....	31
1.4.10 Kietasis atgautasis kuras iš biologiškai skaidžių atliekų	32
1.4.11 Kompostas iš biologiškai skaidžių atliekų	33
1.5 Atliekų srautų valdymo sistemos	33
1.6 Teisės aktų biologiškai skaidžių atliekų tvarkymo srityje apžvalga.....	36
2 MAISTO ATLIEKŲ SRAUTAI IR JŲ INTEGRUOTO VALDYMO SISTEMOS SUKŪRIMO METODIKA.....	39
2.1 Biologiškai skaidžių atliekų srautų kiekybinis įvertinimas	41

2.1.1	Komunalinių atliekų srauto biologiškai skaidžių atliekų frakcijos įvertinimas.....	41
2.1.2	Maisto, žaliųjų ir pakuočių atliekų susidarymo apgyvendinimo įmonėse įvertinimas.....	41
2.1.3	Maisto atliekų susidarymas viešojo maitinimo ir gėrimų tiekimo įmonėse	42
2.1.4	Biologiškai skaidžių atliekų susidarymo pieno pramonės įmonėse įvertinimas	42
2.1.5	Biologiškai skaidžių atliekų susidarymas gyvūnų skerdyklose.....	43
2.2	Medžiagų ir energijos srautų diagramų sudarymas	43
2.3	Atskirų maisto atliekų srautų valdymo inovacijų planavimas ir jų įvykdomumo analizė.....	44
2.4	Švaresnės gamybos projekto ekonominio efektyvumo įvertinimas	45
2.5	ŠG projektų SSGG analizė	46
2.6	Aplinkos apsaugos efektyvumo nustatymas.....	46
3	Biologiškai skaidžių atliekų SRAUTAI TELŠIŲ RAJONO SAVIVALDYBĖJE	48
3.1	Telšių rajono savivaldybės komunalinių atliekų srautai.....	48
3.2	Maisto ir žaliųjų atliekų susidarymas apgyvendinimo įstaigose	50
3.3	Maisto atliekų susidarymas viešojo maitinimo įstaigose	51
3.4	Maisto pramonės atliekos.....	52
3.5	Šalutinių gyvūninių produktų susidarymas skerdyklose	53
4	TELŠIŲ RAJONO SAVIVALDYBĖS ESAMA MAISTO ATLIEKŲ TVARKYMO SISTEMA	56
5	ATSKIRŲ MAISTO ATLIEKŲ SRAUTŲ SIŪLAMOS VALDYMO ALTERNATYVOS	58
5.1	AB „Žemaitijos pienas“ išrūgų perdirbimo linijos alternatyva	58
5.2	Pirminis biologiškai skaidžių atliekų rūšiavimas ir Telšių regiono MBA infrastruktūros pritaikymas atskirtų srautų apdorojimui.....	60
5.3	Maisto atliekų tvarkymo kavinei „Branša“ alternatyva.....	69
5.4	Telšių rajono savivaldybės biologiškai skaidžių atliekų valdymo sistemos patobulinimas	71
	IŠVADOS IR PASIŪLYMAI	74
	LITERATŪROS IR ŠALTINIŲ SĄRAŠAS	76
	Mokslinės literatūros sąrašas.....	76
	Kiti šaltiniai	80
	Teisės aktai.....	80
	PRIEDAI	82

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė.	Atskirai surinktų maisto atliekų ir iš komunalinių atliekų srauto išskirto BSA srauto fizikinių cheminių parametų palyginimas (Zhang ir kt. 2012).....	15
2 lentelė.	Mikroorganizmų rūšys pagal skirtingą lignoceliuliozės šaltinį, polihidroksilesterių ir poli-3-hidroksibutirato gamybai (Ravindran ir Jaiswal 2016a)	25
3 lentelė.	Maisto atliekos ir galimi atgauti pridėtinės vertės produktai (Ravindran ir Jaiswal 2016a)	28
4 lentelė.	BSA tinkamos apdoroti naudojant Bekon sauso fermentavimo technologiją (Bekon)	31
5 lentelė.	KA susidarymas Telšių r. sav. namų ūkiuose.....	48
6 lentelė.	ŽA susidarymas Telšių r. sav. namų ūkiuose ir organizacijose.....	49
7 lentelė.	MA susidarymas Telšių r. sav. namų ūkiuose ir organizacijose	49
8 lentelė.	Popieriaus ir kartono (PK) atliekų susidarymas Telšių r. sav., namų ūkiuose ir organizacijose	50
9 lentelė.	Tekstilės atliekų (TA) susidarymas Telšių r. sav., namų ūkiuose ir organizacijose.....	50
10 lentelė.	MA susidarymas Telšių r. sav. iš maitinimo ir gėrimų tiekimo įmonių.....	51
11 lentelė.	Telšių r. sav. gyvulių skerdimo ir metu auginimo susidarantys preliminarūs ŠGP kiekiai, t/m....	55
12 lentelė.	Telšių savivaldybės BSA tvarkymo prognozės (Telšių rajono savivaldybės taryba 2015).....	56
13 lentelė.	BSA kompostavimo potencialas Telšių r.sav.	57
14 lentelė.	AB „Žemaitijos pienas“ išrūgų žaliavinio potencialo įvertinimo rezultatai (Das ir kt. 2015).....	58
15 lentelė.	AB „Žemaitijos pienas“ pajamos, parduodant iš išrūgų gaminamus produktus	59
16 lentelė.	ŠG inovacijos aplinkosaugos ir ekonominio preliminarus vertinimo rezultatai	59
17 lentelė.	Telšių r. sav. komunalinių BSA srauto ŽA ir MA kiekis	61
18 lentelė.	Telšių regiono MBA įrenginiuose gaminamų biodujų išeiga prieš ir po patobulinimo	63
19 lentelė.	Telšių regiono MBA įrenginių medžiagų ir energijos pokytis prieš inovacijos įdiegimą ir įdiegus siūlomą inovaciją.....	65
20 lentelė.	Telšių regiono MBA įrenginių patobulinimui reikalingos įrangos ir darbų sąmata	66
21 lentelė.	Oro teršalų ir ŠESD mažinimas naudojant intensyvų kompostavimą su biofiltru	68
22 lentelė.	Intensyvaus MA kompostavimo kavinėje „Branša“ aplinkosauginio ir ekonominio įvertinimo rezultatai	68

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

<i>1 paveikslas.</i>	Maisto atliekų šaltiniai Europoje (Europos aplinkos agentūra).....	17
<i>2 paveikslas.</i>	Maisto atliekų susidarymas maitinimo įstaigose (Pirani ir Arafat 2015).....	18
<i>3 paveikslas.</i>	Išrūgų apdorojimo linijos technologinė schema (Das ir kt. 2015).....	27
<i>4 paveikslas.</i>	Dažniausiai naudojamos pašarų iš BSA gamybos technologijos (Chen ir kt. 2015).....	32
<i>5 paveikslas.</i>	Oklin Green Good kompostavimo įrenginys GG 10S (Oklin)	33
<i>6 paveikslas.</i>	Komunalinių atliekų valdymo sistema rytų Europos regionui (Ionescu ir kt. 2013).....	35
<i>7 paveikslas.</i>	Palangos miesto savivaldybės integruoto atliekų valdymo modelio sprendimai (Kliopova 2012)	36
<i>8 paveikslas.</i>	Magistro baigiamajame projekte tyrimo metodikos algoritmas.....	40
<i>9 paveikslas.</i>	MA, ŽA, PK ir TA susidarymo srautų diagrama Telšių r. sav.	52
<i>10 paveikslas.</i>	Elektros ir šiluminės energijos gamybos pokytis po inovacijos įdiegimo Telšių regiono MBA įrenginiuose prieš inovacijos įdiegimą ir įdiegus siūlomą inovaciją	63
<i>11 paveikslas.</i>	Telšių regiono patobulintų MBA įrenginių medžiagų ir energijos srautų diagrama	64
<i>12 paveikslas.</i>	Telšių rajono savivaldybės maisto atliekų srautų valdymo sistema.....	71

PRIEDŲ SĄRAŠAS

1 PRIEDAS.	Gyventojų skaičius Telšių rajono savivaldybėje 2014 metais.....	80
2 PRIEDAS.	Maitinimo ir gėrimų teikimo veikla Telšių rajono savivaldybėje 2014 metais.	80
3 PRIEDAS.	Apgyvendinimo įstaigų skaičius, pagal tipą Telšių rajono savivaldybėje.....	80
4 PRIEDAS.	Gyvulių ir paukščių skaičius bei skerdimas LR 2014 m.	81
5 PRIEDAS.	Gyvulių ir paukščių skaičius Telšių savivaldybėje 2014 metais.	81
6 PRIEDAS.	Maitinimo ir gėrimų teikimo veiklos apyvarta Telšių rajono savivaldybėje.....	81

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS

BSA – biologiškai skaidžios atliekos;

BOA – bendra organinė anglis;

BKA – bendras Kjeldalio azotas;

SM – sausa medžiaga;

MA – maisto atliekos;

ŽA – žaliosios atliekos;

KA – komunalinės atliekos;

PK – popieriaus ir kartono atliekos;

TA – tekstilės atliekos;

MKA – mišrios komunalinės atliekos;

MBA- mechaninio biologinio apdorojimo įrenginys (angl. MBT – mechanical biological treatment);

VATP – valstybinis atliekų tvarkymo planas;

AAI – aplinkos apsaugos indikatoriai;

SSGG – stiprybės, silpnybės, galimybės, grėsmės;

ŠG – švaresnė gamyba;

ŽAKA – žaliųjų atliekų kompostavimo aikštelės;

ŠGP – šalutiniai gamybos produktai.

ĮVADAS

Temos aktualumas. Biologiškai skaidžios atliekos (BSA) ir jų tinkamas tvarkymas – aktuali tematika dėl kelių priežasčių. Pirmiausia – šių atliekų įvairumas ir didėjimo tendencija (komunalinių atliekų sraute jos sudaro iki 50 %, maitinimo įstaigų atliekų sraute – iki 70 %, maisto pramonės įmonių – iki 80 % atliekų kiekio) (Hidroterra ir kt. 2010). Nepaisant šių atliekų didėjimo tendencijos, BSA tvarkymui taikomi griežti aplinkosauginiai reikalavimai (dėl patekimo į šalinamą srautą, ypač nagrinėjant maisto pramonės įmones, apgyvendinimo ir maitinimo įstaigas), maisto ir veterinariniai (dėl jų tvarkymo kaip Šalutinių gyvūninių produktų (ŠGP)) (Europos parlamentas ir Europos sąjungos taryba 2009). Papildomai biologiškai skaidžioms atliekoms yra įvesti šalinimo sąvartynuose limitai, be to, šių ir kitų atliekų šalinimo sąvartynuose įkainius numatoma didinti, kol pasieks daugiau negu 44 Eur/t (Staniškis ir kt. 2016).

Vertinant tik tai, kaip šias atliekas sutvarkyti, nežiūrima į šias BSA, kaip į žaliavų ar energijos šaltinį. Atliekos dažniausiai apdorojamos tradiciniu kompostavimo metodu arba anaerobiniu būdu, neanalizuojant BSA esančių aukštos pridėtinės vertės medžiagų panaudojimo galimybių. Didžioji dalis gauto raugo ar komposto – techninis, kuris turi ribotą pritaikymą. Paprastai techninis kompostas naudojamas perdengti sąvartynų sekcijas, rekultivuoti karjerus, apželdinti teritorijas. Geriausiu atveju jis naudojamas energetinių augalų tręšimui (Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija 2001). Toks kompostas nepritaikytas gerinti dirvožemio savybes, jo naudojimo galima pasekmė – dirvožemio alinimas (Staniškis ir kt. 2016). Taigi neišnaudojamos atliekų prevencijos galimybės, atliekas tvarkant jų susidarymo šaltinio vietoje, išgaunant pridėtinės vertės produktus, ypač nagrinėjant pramonės sektorį.

Mokslinis naujumas. Moksliniame darbe nagrinėjama galimybė sukurti integruoto maisto atliekų valdymo sistemą savivaldybėje, išskiriant šių atliekų panaudojimą, gaminant aukštos ar aukštesnės pridėtinės vertės produktus. Taip pat pirmą kartą Lietuvoje išsamiai vertinama galimybė maitinimo įstaigoje susidarantias atliekas sutvarkyti jų susidarymo šaltinyje.

Teorinė ir praktinė reikšmė. Sukuriama MA valdymo sistema savivaldybės lygmeniu, kuri gali būti pritaikoma kitoms panašaus pobūdžio savivaldybėms Lietuvos ar pasaulio mastu. Analizuojama galimybė atskirai surinktas maisto atliekas iš daugiabučių ir organizacijų apdoroti esamuose regioniniuose mechaninio biologinio apdorojimo įrenginiuose, taip gaminant aukštesnės pridėtinės vertės produktus, negu techninis kompostas, taip didinant biodujų išėigą, kartu pagaminant daugiau elektros ir šilumos energijos bei įgyvendinant Valstybiniame atliekų tvarkymo plane (VATP) nurodomas užduotis. Be to, analizuojama reali galimybė atgauti sacharidus ir baltymus iš pieno pramonėse susidarantį išrūgų.

Darbo objektas – savivaldybėje susidariusių maisto atliekų srautai ir jų valdymo sistema.

Tyrimui parinkta Telšių rajono savivaldybė.

Darbo tikslas – pasirinktoje savivaldybėje išanalizuoti maisto atliekų srautus ir jų tvarkymo galimybes, optimaliai išnaudojant jų medžiagines ir energetines savybes bei pasiūlyti integruoto atliekų valdymo sistemą.

Uždaviniai:

1. Atlikti mokslinės literatūros ir teisės aktų analizę;
2. Išanalizuoti maisto atliekų srautus Telšių rajono savivaldybėje;

3. Telšių rajono savivaldybėje išanalizuoti esamą susidariusių maisto atliekų tvarkymo sistemą;
4. Pasiūlyti atskirų maisto atliekų srautų valdymo alternatyvas bei atlikti jų įvykdomumo analizę;
5. Pasiūlyti integruoto maisto atliekų valdymo sistemą savivaldybės lygmenyje.

1 MAISTO ATLIEKŲ SRAUTAI IR JŲ TVARKYMAS

Maisto atliekų srautai ir jų tvarkymas pritraukia vis daugiau mokslininkų dėmesio dėl šių atliekų neišnaudotų žaliavinių ir energetinių savybių. Priklausomai nuo bioskaidžios frakcijos savybių, prigimties bei sudėties, šias atliekas-žaliavas galima panaudoti ekonomiškai žymiai naudingiau negu techninio komposto gamybai. Kai pavyzdžiui atgaunat sudėtingus kompleksinius angliavandenilius, riebalus, baltymus ir kitų cheminius junginius.

1.1 Maisto atliekų fizikinės ir cheminės savybės

Mokslinėje literatūroje maisto atliekų fizikinės ir cheminės savybės dažnai analizuojamos kartu, išskiriant šias charakteristikas į keletą grupių. Atliekų srautai charakterizuojami pagal bendras savybes, biocheminę sudėtį, maistines medžiagas ir potencialiai toksiškus elementus, elementinę sudėtį. Bendrosios biodegraduojančių atliekų savybės: pH ((1 : 5) – atliekos su vandeniu maišomos santykiu 1 : 5, tam kad būtų gauta suspensija), sausa medžiaga – SM (%), bendra organinė anglis – BOA (% sausos medžiagos); BOA / BKA (bendra organinė anglis / bendras Kjeldalio azotas¹), kaloringumas (kg/J sausos medžiagos). Biocheminės atliekų savybės: angliavandeniai (g/kg), riebalai (g/kg), apytikslis baltymų kiekis (g/kg), hemiceliuliozė (g/kg), celiuliozė (g/kg), ligninas (g/kg). Maistinės medžiagos ir potencialiai toksiški elementai: bendrasis Kjeldalio azotas (g/kg), bendrasis fosforas (g/kg), bendrasis kalis (g/kg), Cd (mg/kg), Cr (mg/kg), Cu (mg/kg), Hg (mg/kg), Ni (mg/kg), Pb (mg/kg), Zn (mg/kg). Elementinė sausos dalies sudėtis: N (%), C (%), H (%), S (%), O (%) (Zhang ir kt. 2012).

Aukščiau išvardyti BSA parametrai dažniau naudojami siekiant nustatyti jų biodujų išeią, t. y. atliekų energetinę vertę. O tiriant maisto atliekų panaudojimą komposto gamybai, labiau akcentuojami parametrai yra tokie: pH (1 : 5); pH KCl; elektrinis laidumas (1 + 5, mS/cm); sausos medžiagos (%) ir organinės medžiagos (%) kiekis; suminis N, P, K kiekis; vandenyje tirpaus N, P ir K kiekis; sulfatų kiekis; chloridų kiekis; peleningumas (%), bendra organinė anglis (%); bendrasis azotas N (%), C / N santykis; huminių ir fulvo rūgščių kiekis; biologinis skaidumas; priemaišų (stiklo, metalo, plastiko) kiekis ir jų dalelių dydis; piltinis tankis (Himanen ir Hänninen 2011, LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorija ir EcoIri Solution 2016).

Visi šie išvardyti parametrai mokslinėje literatūroje paprastai naudojami tam, kad charakterizuotų bendrus BSA srautus, pagal tai, ar BSA bus panaudotos tam, kad būtų atgautos jų energetinės ar medžiaginės savybės. Visgi nagrinėjamos atliekų savybės priklauso nuo to, koks konkretus atliekų srautas analizuojamas ir koks planuojamas gaminti produktas, pavyzdžiui, nagrinėjant žemės ūkio atliekas ir jų panaudojimą tręšimui, tiriami šie fizikiniai ir cheminiai parametrai: pH, sausos medžiagos, toliau – sausoje medžiagoje tiriamos organinės medžiagos, bendrasis azotas, fosforas, kalis, o natūralioje medžiagoje taip pat tiriamos organinės medžiagos, bendrasis azotas, bendrasis fosforas, bendrasis kalis, papildomai – bendra anglis bei C / N santykis (Mažeika ir kt. 2011a). Be viso to, dar atliekami sunkiųjų metalų tyrimai, siekiant nustatyti kadmio, švino, chromo, nikelio,

¹ Bendras Kjeldalio azotas – Kjeldalio metodu pagrįstas azoto kiekio nustatymas.

vario, cinko, arseno, gyvsidabrio koncentracijas (mg/kg) analizuojamų atliekų sausoje medžiagoje. Šie tiriami parametrai taip pat orientuoti į konkretų, iš atliekų gautą produktą. Lietuvos agrarinių ir miškų mokslo centro agrocheminių tyrimų laboratorijos tyrimo atveju, augalinės kilmės BSA buvo tiriamos tam, kad įvertintų BSA tinkamumą laukų trešimui (Mažeika ir kt. 2011a). Taigi fizikinės ir cheminės savybės parenkamos priklausomai nuo to, koks produktas bus gaminamas iš BSA.

Analizuojant maisto atliekų chemines ir fizikines savybes, pirmiausia turėtų būti apibrėžiami pagrindiniai ir dažniausiai sutinkami bei nagrinėjami srautai. Tai atskirai surinktos bioskaidžios maisto atliekos ir išskirtos iš komunalinių atliekų srauto BSA. Nors tai tos pačios maisto atliekos, jų savybės skiriasi. Remiantis Sautamptono (Southampton) universiteto mokslininkų atliktu tyrimu, atskirai surinktame maisto atliekų sraute vandens kiekis buvo žymiai didesnis, negu iš komunalinių atliekų srauto išskirtoje bioskaidžių atliekų frakcijoje, bei turėjo didesnę angliavandenių, riebalų ir baltymų procentą. Komunalinių atliekų sraute C / N santykis buvo didesnis, dėl čia esančio kartono ir popieriaus. Didesni potencialiai toksiškų elementų kiekiai tai pat buvo aptinkami iš komunalinių atliekų srauto išskirtoje frakcijoje (Zhang ir kt. 2012).

1 lentelė. Atskirai surinktų maisto atliekų ir iš komunalinių atliekų srauto išskirto BSA srauto fizikinių cheminių parametru palyginimas (Zhang ir kt. 2012)

Parametras	Atskirai surinktos BSA	Iš komunalinių atliekų srauto išskirtos BSA
Bendrieji parametrai		
pH (1 : 5)	4,71 ± 0,01	6,39 ± 0,01
Sausa medžiaga, %	23,74 ± 0,08	52,83 ± 0,63
VS ¹ (% nuo šlapios medžiagos)	21,71 ± 0,09	33,55 ± 0,63
VS ¹ (% nuo SM)	91,44 ± 0,39	63,52 ± 1,89
Bendra organinė anglis (BOA), % nuo sausos medžiagos	47,6 ± 0,5	34,8 ± 1,1
BOA / BKA (bendra organinė anglis / bendras Kjeldalio azotas)	13,9 ± 0,2	25,0 ± 1,6
Suskaidomumas C ² / BOA	13,6 ± 0,2	19,2 ± 1,6
Kaloringumas, kg/J sausos medžiagos	20,7 ± 0,2	13,9 ± 0,2
Biocheminės atliekų savybės		
Angliavandeniai, g/kg	453 ± 17	340 ± 7
Riebalai, g/kg	151 ± 1	68,6 ± 5,4
Apytikslis baltymų kiekis, g/kg	235 ± 3	130 ± 7

Hemiceliuliozė, g/kg	38,1 ± 3,7	52,2 ± 12,4
Celiuliozė, g/kg	50,4 ± 1,6	252 ± 36
Ligninas, g/kg	16,5 ± 0,2	184 ± 26
Maistines medžiagos ir potencialiai toksiški elementai		
Bendras Kjeldalio azotas, g/kg	34,2 ± 0,4	13,9 ± 0,8
Bendras fosforas, g/kg	5,41 ± 0,32	2,17 ± 0,25
Bendras kalis, g/kg	14,3 ± 0,8	4,26 ± 0,37
Cd, mg/kg	< 1,0	1,50 ± 0,37
Cr, mg/kg	29,0 ± 1,2	263 ± 11
Cu, mg/kg	7,20 ± 0,81	107 ± 10
Hg, mg/kg	< 0,010	0,179 ± 0,018
Ni, mg/kg	7,0 ± 2,9	97,0 ± 2,9
Pb, mg/kg	< 10	162 ± 10
Zn, mg/kg	33 ± 11	259 ± 4
Elementinė sausos dalies sudėtis		
N, %	3,44 ± 0,04	1,32 ± 0,08
C, %	47,6 ± 0,5	33,0 ± 1,0
H, %	7,04 ± 0,63	4,80 ± 0,30
S, %	0,15 ± 0,01	0,25 ± 0,04
O, %	33,3 ± 2,6	22,2 ± 1,2

VS¹ – lakiosios kietosios dalelės (angl. *Volatile solids*) –atliekų sausų medžiagų dalis, kuri gali būti konvertuota į biudujas;

C² – koeficientas buvo gautas iš bendros organinės anglies atėmus lignino anglį.

1.2 Maisto atliekų susidarymo šaltiniai

Apytiksliai 1/3 pasaulyje pagaminamo maisto tampa atliekomis. Tai reiškia, kad dideli kiekiai vandens, energijos, darbo jėgos yra iššvaistoma. Didžiausi maisto atliekų šaltiniai Europoje yra namų ūkiai (42 % nuo visų susidarantių maisto atliekų), gamyba (39 % nuo visų susidarantių maisto atliekų), viešasis maitinimas (19 % nuo visų susidarantių maisto atliekų) ir didmeninė ir mažmeninė prekyba (5 % nuo visų susidarantių maisto atliekų). Maisto atliekų susidarymo priežastys pateikiamos paveiksle apačioje (žr. 1 paveikslą) (Europos aplinkos agentūra).

Gamyba

Šalutiniai produktai, pvz., mėsos gamyboje skerdenos atliekos ir kaulai

Brokuoti produktai

Sugedę produktai

Perprodukcija

Viešasis maitinimas

Nesiūlomos įvairių dydžių porcijos arba neleidžiama klientams išsinešti likučių

Sunkumai prognozuojant poreikį

Netenkinami kliento pageidavimai

Didmeninė ir mažmeninė prekyba

Temperatūros pokyčiai

Estetiniai standartai

Pakuočių defektai

Perpildymas

Namų ūkiai

Perka per daug

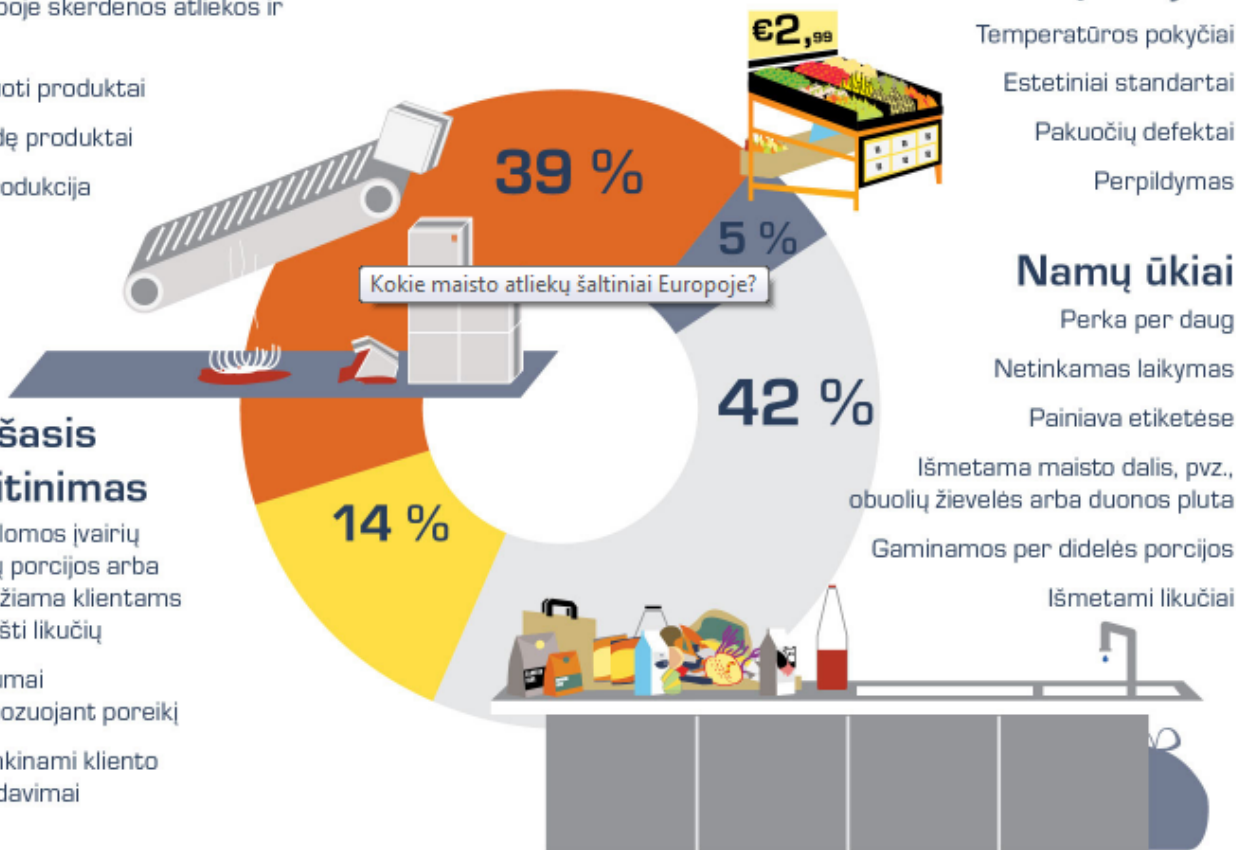
Netinkamas laikymas

Painiava etiketėse

Išmetama maisto dalis, pvz., obuolių žievelės arba duonos pluta

Gaminamos per didelės porcijos

Išmetami likučiai



1 paveikslas.

Maisto atliekų šaltiniai Europoje (Europos aplinkos agentūra)

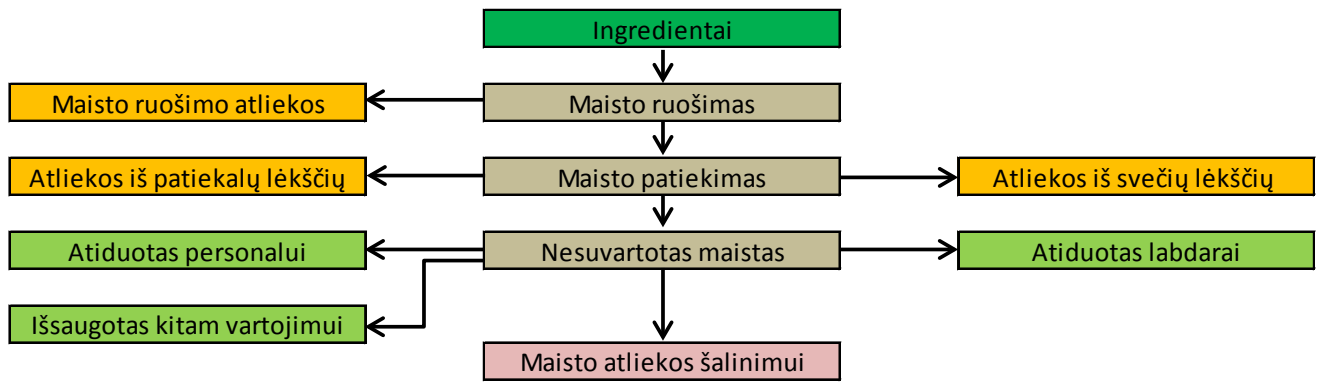
1.2.1 Komunalinių atliekų srautas

Komunalinis atliekų (KA) srautas – didžiausias maisto atliekų šaltinis. KA sraute MA gali sudaryti net iki 50 %, priklausomai nuo to, kur šios atliekos susidaro. Pavyzdžiui, organizacijose maisto ir daržovių atliekos gali sudaryti iki 30 %, kaimų individualiuose namuose – iki 26 %, miestų individualiuose namuose – iki 21 %, daugiabučiuose – iki 50 % (Hidroterra ir kt. 2010).

1.2.2 Viešojo maitinimo įstaigos

Vieni didžiausių maisto atliekų susidarymo šaltinių yra maitinimo ir apgyvendinimo įstaigos. Jos skirstomos į pelno siekiančias ir ne pelno siekiančias. Pastarosios yra valgyklos, bufetai mokyklose ir ligoninėse. Pelno siekiančios – viešbučiai, restoranai, kavinės. Vien Danijoje trečdalis sunaudoto maisto buvo pateikta maitinimo ir apgyvendinimo įstaigose. O Jungtinėje Karalystėje viešojo maitinimo sektoriuje kasmet susidaro 920 000 tonų maisto atliekų, iš kurių 75 % gali būti išvengiamų (Pirani ir Arafat 2015).

Maisto atliekos viešojo maitinimo įstaigos susidaro maisto paruošimo, maisto pateikimo etapu, taip pat atliekomis tampa ir nesuvalgytas maistas (žr.: 2 paveikslą) (Pirani ir Arafat 2015).



2 paveikslas. Maisto atliekų susidarymas maitinimo įstaigose (Pirani ir Arafat 2015)

1.2.3 Augalinės kilmės maisto pramonė

Vaisių ir daržovių apdirbimo pramonė. Vaisių ir daržovių atliekos susidaro jas sandėliuojant, pradines žaliavas perdirbant. BSA, susidariusios jas sandėliuojant, yra daržovės, uogos bei vaisiai, o perdirbant – lukštai, lupenos, kevalai, sėklos. Prie augalinės kilmės atliekų priskiriamos ir grybų auginimo atliekos – micelis ir panaudoti auginimo substratai. Išvardytos atliekos susidaro iš trijų ūkinės veiklos sričių, pirmiausia – augintojų, žaliavos perdirbėjų bei pagamintos produkcijos sandėliavimo vietose. Būtent sandėliavimo taškuose ir susidaro didžiausi vaisių ir daržovių atliekų kiekiai (Mažeika ir kt. 2011b).

Grūdų ruošimo ir perdirbimo pramonė. Šias atliekas suardo grūdų valymo, rūšiavimo ir šlifavimo procesuose susidarančios atliekos: smulkūs ar skaldyti grūdai bei skeveldros, pelai, akuotai, grūdų šlifavimo atliekos, augalų plaušų gabalėliai, šiaudų skiautės, piktžolių sėklų priemaišos ir kt. Dėl prasto sandėliavimo gali atsirasti ir supelijusių grūdų (Mažeika ir kt. 2011b).

Apdorojant grūdus atliekų susidaro iki 1,5 % bendro grūdų kiekio. Miltų gamybos procese atliekų susidaro 0,2 % perdirbtų grūdų kiekio (Mažeika ir kt. 2011b).

Spirito ir bioetanolio gamyba. Pagrindinė BSA, susidaranti bioetanolio ir spirito gamyboje, yra žlaugtai (Mažeika ir kt. 2011b).

Alaus ir salyklo gamyba. Šioje pramonės šakoje susidariusios pagrindinės BSA – tai miežių nuopjovos, saladinas, baltyminės nuosėdos, alaus mielės, žlaugtai ir kt. Saladinas – tai panaudotos miežių liekanos po fermentacijos (Mažeika ir kt. 2011b). 2015 m. tyrimai Lietuvoje parodė, kad nemažai atliekų susidaro pagrindinės žaliavos – salyklo netinkamo saugojimo metu (iki 1-2 proc. nuo žaliavos kiekio) (Jurovickaja ir Ragot 2015).

Cukraus gamyba. Cukraus gamyboje susidaro 4 tipų atliekos ir šalutiniai gamybos produktai: 1) žolės, runkelių lapų ir šakniavaisių duženos po valymo ir plovimo; 2) runkelių išspaudos; 3) melasa; 4) kalkių dumblas (Mažeika ir kt. 2011b).

1.2.4 Pieno perdirbimo pramonės

Pieno perdirbimo pramonė – plačiai plėtojama pramonės šaka Lietuvoje. Gamybos metu susidaro išrūgos, gamybos brokas bei pasibaigusios realizacijos produktai, dumblas. Įmonėse, kuriuose aplinkosaugos problemos sprendžiamos švaresnės gamybos (ŠG) prevenciniais metodais, dalis šalutinių produktų (pvz., išrūgos) nelaikoma atliekomis, bet įmonės lygmenyje naudojamos naudų produktų gamybai: išrūgų miltelių, išrūgų gėrimui, kt. (Staniškis ir kt. 2010, Petkevičienė 2014). Didžioji dalis išvardytų atliekų (73 %) atiduodama ūkininkams gyvulių pašarams, dalis atiduodama tarpiniams trečios kategorijos ŠGP produktų tvarkytojams (10 %). Apie 7 % BSA panaudojama biodujų gamybai, 7 % – tręšimui, o likusi dalis (3 %) atliekų patenka į nuotekas (Mažeika ir kt. 2011b).

1.2.5 Mėsos perdirbimo pramonė

Mėsos perdirbimo pramonė sukuria vienus didžiausių atliekų kiekių (Toldrá ir kt. 2012a). Mėsos pramonėje yra išskiriamos skerdyklos ir mėsos apdorojimo gamyklos, kuriose mėsa kapojama, šaldoma, kepama, rūkoma ir t. t. Skerdyklos yra išskiriamos dėl savo poveikio aplinkai. Atliekos, susidarančios šiuo mėsos apdorojimo etapu, yra kraujas, riebalai, kietos žarnyno liekanos, nesuvirškinta žolė, srutos, skerdiena, kaulai, kanopos, kailiai. Visi išvardyti šalutiniai gamybos produktai sudaro 40–50 % paskersto gyvūno kūno masės (Cavaleiro ir kt. 2013). Didmenininkai ir mažmenininkai taip pat pagamina didelius šių atliekų kiekius (Toldrá ir kt. 2012a).

1.3 Taikomi prevenciniai metodai

Maisto atliekų susidarymo prevencija pagal atliekų tvarkymo hierarchijos piramidę – pats geriausias atliekų tvarkymo sprendimas, kadangi lengviausia tvarkyti tas atliekas, kurios net nesudaro. Maisto atliekų prevenciją galima išskirti į dvi tipų. Pirmasis tipas, kai mažinamas atliekų susidarymas, antrasis, kai susidarančios atliekos sutvarkomos jų susidarymo šaltinyje.

1.3.1 MA prevencija maitinimo sektoriuje

Remiantis tyrimu, atliktu Jungtinių Tautų maisto ir žemės ūkio organizacijos, apie trečdalis paruošto maisto visame pasaulyje tampa atliekomis ir tai sudaro 1,3 bilijono maisto atliekų kasmet (Gustavsson ir kt. 2011). Maistas, mažas pajamas gaunančiose šalyse, tampa atliekomis pridėtinės vertės grandinės pradžioje, o didelės pajamas gaunančios šalys pagrindinius maisto praradimus patiria pridėtinės vertės grandinės pabaigoje. Europoje vienam žmogui per metus yra iššvaistoma 280–300 kg maisto visose pridėtinės vertės grandinės dalyse.

Mokslininkai Vokietijoje 2015 įvertino maisto praradimus visoje pridėtinės vertės grandinėje, išskyrus žemės ūkio sektorių. Buvo nustatyta, kad maisto praradimai maitinimo sektoriuje yra antri pagal jų dydį – 17 %

nuo bendrų maisto praradimų (Betz ir kt. 2015). Panašus tyrimas buvo atliktas 2013 metais Šveicarijoje, kur rezultatai parodė, kad maitinimo sektoriuje susidaro 18 % viso atliekų kiekio ir tai yra trečias didžiausių atliekų susidarymo šaltinių, po maisto pramonės ir atliekų susidarymo namų ūkiuose. Atlikti tyrimai maisto atliekų prevencijos srityje nustatė, kad net dviejų trečdalių susidariusių maisto atliekų buvo galima išvengti (Beretta ir kt. 2013). Taigi, remiantis įvairių šalių mokslininkų darbais, galima teigti, kad maitinimo įstaigos yra puiki sfera atliekų prevencijai vykdyti.

Nagrinėjant maisto atliekų susidarymo prevenciją maitinimo paslaugas teikiančiose įmonėse, būtina išskirti maisto produktų pirkimą, laikymą, darbą virtuvėje ir aptarnavimą. Būtent šie etapai yra išskiriami atskirai, pagal jiems taikomas atliekų prevencijos strategijas. Maisto atliekų susidarymo strategijos produktų pirkimo etapuose:

1. Neužsakinėti per daug maisto produktų. Reikia tikrinti dabartinį produktų ir ingredientų poreikį ir lyginti jį su užsakymų skaičiumi. Sukurti sandėliuojamų produktų nuolatinės inventorizacijos ir užsakymų sistemą, tam, kad būtų išvengta maisto atliekų susidarymo dėl produktų galiojimo laiko pasibaigimo ar tiesiog sugedimo (Creedon ir kt. 2010).
2. Pirkimas urmu. Pirkimas urmu gali būti ekonomiškesnis variantas, bet tik tuo atveju, kai visa produkcija yra suvartojama, kitais atvejais susidaro atliekų, kurias dar reikia ir tvarkyti (Creedon ir kt. 2010).
3. Produktų pristatymo tikrinimas. Reikalingas atidus užsakymo patikrinimas tam, kad būtų įsitikinta, ar žaliavos neužterštos, pakavimas nepažeistas, statinės ne kiauros ir ar ne surūdijusios, ar greitai gendantys produktai turi ilgą galiojimą laiką. Taip pat būtina patikrinti tam tikrų produktų temperatūrą, kad būtų išsiaiškinta, ar produkcija buvo gabenta reikiamomis sąlygomis, palaikant tinkamą temperatūrą (Creedon ir kt. 2010).
4. Visų žaliavų užsakymas vienu metu. Šiuo atveju reikalinga produkcija užsakoma vienu metu tam, kad būtų išvengta papildomų nereikalingų užsakymų, kuriuos gali įvykdyti skirtingi darbuotojai (Creedon ir kt. 2010).
5. Produkcijos pirkimas iš vietinių tiekėjų. Žaliavos pirkimas iš vietinių tiekėjų leistų greitai gauti šviežiausios produkcijos. Be to, vietiniai produkcijos platintojai paprastai naudoja pakartotinio naudojimo pakuotes, taigi tai leidžia papildomai išvengti pakuočių atliekų (Creedon ir kt. 2010).
6. Daržovių auginimas. Vietoje auginamos daržovės arba prieskoninės žolės leidžia išvengti atliekų, susidarančių būtent iš šios produkcijos, kadangi reikalingas kiekis augalų tiesiog nuskinamas, likusią dalį paliekant augti (Creedon ir kt. 2010).
7. Tikslūs užsakymai. Siūloma sudaryti atsargų ir užsakymų formas, kuriose būtų pažymėta, kiek vienu ar kitų produktų yra sandėlyje ir ką reikia užsakyti papildomai. Kai vienas iš ingredientų sunaudojamas, darbuotojas lentelėje pažymi, kad vienu vienetu atsargos sumažėjo, o užsakymų stulpelyje pažymi sunaudotos produkcijos kiekį, kurį reikia papildomai užsakyti (Creedon ir kt. 2010).
8. Užsakymai. Reikia stengtis užsakinėti žaliavas kuo arčiau jų vartojimo laiko. Dauguma platintojų sugeba labai greitai pateikti maisto produktus.

Maisto atliekų prevencija sandėliuojant:

1. Atgabentos produkcijos žymėjimas. Būtina žymėti pristatymus. Ant krovinio turėtų būti informacija apie žaliavų galiojimo laiką, taip pat krovinio sudėtis. Kita svarbi informacija, tokia kaip medžiagų naudojimas ir saugojimas, taip pat turėtų būti išskirta. Senesnius produktus sandėlio lentynose reikėtų pastatyti lentynų priekyje, o ilgesnio galiojimo prekes nustumti į galą – taip būtų išvengiama maisto atliekų susidarymo dėl pasibaigusio produktų galiojimo (Creedon ir kt. 2010).
2. Laikymo temperatūra. Būtina užtikrinti greitai gendančių produktų tinkamą laikymo temperatūrą. Ji turėtų būti žemesnė negu 5 °C, taip būtų išvengta intensyvaus mikroorganizmų dauginimosi.
3. Vaisių ir daržovių sandėliavimas. Daržovės, ypač lapinės, turėtų būti sandėliuojamos kuo toliau kondensatoriaus aušintuvo, tam kad būtų apsaugotos nuo užšalimo. Minkštus vaisius laikyti šaldytuve, visas kitas daržoves ir vaisius laikyti krepšiuose tam, kad oras galėtų cirkuliuoti aplink daržoves ir vaisius bei taip stabdytų mikroorganizmų dauginimąsi (Creedon ir kt. 2010).
4. Aliejus ir taukų laikymas. Tam, kad aliejus ir taukai neprisigertų nereikalingo kvapo, reikia laikyti šiuos produktus kuo toliau nuo stiprius kvapus skleidžiančių maisto produktų.
5. Sandėliavimo vietos. Reikia užtikrinti, kad visos sandėliavimo vietos būtų švarios, įskaitant šaldiklius, šaldytuvus. Šių vietų nuolatinei priežiūrai užtikrintų, kad joks maisto produktas kažkur neužkrito ir nesugedo (Creedon ir kt. 2010).
6. Salotų laikymas. Niekada nelaikyti salotų ir pomidorų tame pačiame krepšyje arba arti vieni kitų. Pomidorai išskiria dujas, kurios veikia salotas ir jos nusidažo rudai.
7. Žolelių laikymas. Tam tikros daržovės ir prieskoninės žolelės greitai vysta. Tam, kad būtų išlaikytas jų šviežumas, patartina nupjauti apatinę jų dalį ir pamerkti daržoves ar žoleles į šiltą vandenį (Creedon ir kt. 2010).
8. Vakuuminis pakavimas. Vakuuminėje pakuotėje maistas daug ilgiau galioja. Tokioje pakuotėje įpakuota mėsa ar žuvis turėtų būti aiškiai pažymėta, su nurodytu galiojimo laiku. Patartina brangius produktus, tokius kaip žuvis ar mėsa, pirkti tik vakuuminėje pakuotėje (Creedon ir kt. 2010).
9. Paruoštas maistas ir greitai gendantys maisto produktai. Kai daržovės ar kitas greitai gendantis maistas yra nuplautas ir paruoštas, reikia jį sandėliuoti atskirose, pakartotinio naudojimo, orui nelaidžiose dėžutėse šaldytuve, tam, kad būtų užkirstas kelias dehidratacijai ir sugedimui (Creedon ir kt. 2010).

Maisto atliekų prevencija virtuvėje:

1. Vengti per didelio maisto produktų apipjaustymo. Didelis kiekis apipjaustymo atliekų susidaro apdirbant stambius mėsos gabalus ar dar neapdorotas daržoves. Tam, kad būtų nustatyta, kokie kiekiai atliekų susidaro dėl apipjaustymo, reikia pastatyti du krepšius, geriausia atskirus daržovėms ir mėšai. Prieš ištuštinant šias dėžes patikrinama, koks kiekis maisto atliekų susikaupė, turint galvoje, kiek maisto buvo paruošta. Jeigu atliekų susidarė labai daug, reikia svarstyti apie personalo mokymus. Kita alternatyva – pirkti produktus, kurie jau supjaustyti ir paruošti naudoti (Creedon ir kt. 2010).
2. Maistas vienam užsakymui. Kai įmanoma, reikia maistą paruošti tik vienam užsakymui, taip būtų išvengiama atliekų dėl per didelio kiekio paruošto maisto.
3. Porcijomis sufasuota mėsa. Porcijomis padalytos mėsos pirkimas gali sumažinti atliekų, susidarančių dėl pjaustymo, kiekį (Creedon ir kt. 2010).

4. Iš dalies paruoštas maistas. Paruošus mažesnius kiekius pagrindinių maisto produktų (pavyzdžiui, daržovių ar bulvių), sumažinama tikimybė išmesti didelius paruošto maisto kiekius.
5. Įranga. Būtina reguliariai tikrinti ir kalibruoti įrangą, kad būtų išvengiama patiekalų sudeginimo.
6. Porcijų dydis. Jeigu maisto likučiai nuolat grįžta į virtuvę, reikėtų susirūpinti porcijų dydžiu.
7. Porcijų mažinimas. Bendraujant su padavėjomis ir atliekant nuolatinį maisto likučių tikrinimą, galima nustatyti, kurios porcijos yra per didelės, ir jas pakoreguoti (Creedon ir kt. 2010);
8. Meniu planavimas. Suplanuoti meniu taip, kad greitai gendantys produktai būtų naudojami bent keliuose skirtinguose patiekaluose;
9. Sezoniškumo įvertinimas. Būtina suprasti, kad klientų elgesys skirtingu metų laiku skiriasi, todėl meniu planuojant įvertinti ir orą: jeigu oras karštas – mažiau karštos sriubos, šaltomis žiemos dienomis – mažiau salotų (Creedon ir kt. 2010);
10. Porcijų dalijimas. Pasiūlyti klientams galimybę nusipirkti mažesnių porcijų arba pusę porcijos ir atitinkamai jas įkainoti. Apsvarstyti galimybes turėti ir vaikiškas porcijas.

Maisto atliekų prevencija aptarnaujant:

1. Užsakymų priėmimas. Apmokyti personalą tinkamai komunikuoti tarpusavyje ir su klientais, apie tai, kaip maistas turėtų būti paruoštas, kokie ingredientai turėtų būti naudojami. Taip pavyktų išvengti maisto atliekų susidarymo, dėl to, kad maistas neatitinka užsakovo poreikių (Creedon ir kt. 2010).
2. Pirmas patiekalas ir duona. Sumažinkite duonos kiekį, teikiamą kartu su pirmu patiekalu (pavyzdžiui: sriuba). Didelis kiekis duonos ir sriubos priverčia klientus greičiau pajusti sotumo jausmą, dėl to pagrindinio patiekalo suvalgoma mažiau (Creedon ir kt. 2010).
3. Patiekimo būdai. Patiekiant daržoves vakarėliams, patartina jas statyti į stalo vidurį, taip klientai galės pasirinkti kokio dydžio daržovių ar salotų porcijos jie nori. Apmokykite personalą patiekti minimalų salotų kiekį ir po to klausti klientų ar jie nori dar. Taip pat naudojant mažas lėkštes, bus skatinamas mažesnis vartojimas (Creedon ir kt. 2010).
4. Bufetai ir salotų barai. Patartina, bufetuose ir salotų baruose, maisto produktų talpyklas, pakeisti mažesnėmis ir dažniau jas pildyti. Tokiu būdu bus išvengiama maisto išmetimo. Taip pat apsvarstykite galimybę naudoti mažesnes lėkštes, tokiu būdu leidžiant klientui grįžti pakartoti porciją (Creedon ir kt. 2010).
5. Pagardai. Kur tik įmanoma naudokite daugkartinio naudojimo padožų butelius. Tokiu būdu bus išvengia pakuočių atliekų, susidarančių naudojant vienkartinės pakuotes bei maisto atliekų, kurios susidaro dėl vienkartinės pakuočių naudojimo.
6. Kavos filtrai. Naudokite daugkartinio naudojimo kavos filtrus, jais pakeiskite senuosius – popierinius;

Maisto atliekų prevencija sandėliuojant pusiau paruoštą maistą:

1. Karšto maisto sandėliavimas. Kai karšti maisto produktai yra šaldomi, jie turėtų būti vėsunami šaltoje patalpoje. Maistas neturėtų būti vėsinaamas kambario temperatūroje. Karštus skysčius vėsinti negiliose kepimo formose, įmerkiant pačią formą į šaltą vandenį ir tuo pačiu metu maišant tą vandenį (Creedon ir kt. 2010).

2. Išvirto maisto sandėliavimas. Išvirtas maistas turėtų būti supakuotas ir sandėliuojamas viršutinėje šaldytuvo lentynoje. Maisto likučius, geriausia pakuoti ir sandėliuoti atskirai, toks sandėliavimas leidžia išvengti maisto užsiteršimo ir sugedimo (Creedon ir kt. 2010).
3. Termiškai paruošta mėsa. Kai mėsos gabalai yra aušinami, yra patartina juos supjaustyti ir sudėti ant uždengiamų padėklų. Nėra patartina mėsos gabalų pakartotinai šildyti, nes mėsa paprasčiausiai nevienodai išyla, geriausia prieš pakartotinį šildymą, gabalus susmulkinti (Creedon ir kt. 2010).
4. Šaldymo įranga. Reikia įsitikinti, kad šaldymo įranga veikia prie optimalių temperatūrų. Šaldytuvuose oro temperatūra turėtų būti nuo -1 iki 5 laipsnių, šaldikliuose apie -18 laipsnių. Temperatūra turėtų būti patikrinama du kartus per dieną (Creedon ir kt. 2010).
5. Šaldymas. Užšaldykite arba įpakuokite į vakuuminę pakuotę, bet kuri likusį maistą, jeigu jį naudosite dar negreitai. Visi produktai turėtų būti sandėliuojami pakuotėse, tam kad būtų išvengta šalčio nudegimo (angl. „cold burning“). Toks maistas, taip pat turi būti pažymėtas. Ant informacinio lipduko turėtų būti informacija apie sudėtį ir užšaldymo datą. Geriausia maistą šaldyti tokiomis dalimis, kad jį būtų patogų naudoti vėliau (Creedon ir kt. 2010).

Visas aukščiau išvardintas strategijas šiuo metu paprastai leidžia įgyvendinti kompiuterinės programos, tokios, kaip R-Keeper V7 (bei įvairios programos modifikacijos) ir StoreHouse. Šios programos nepaisant patogios sąsajos, statistikos kaupimo, apskaitos tvarkymo, tuo pačiu padeda tvarkytis su maisto produktų likučiais sandėlyje bei įvairiais kitais metodais mažinti susidarančių MA kiekį (Sprendimai maitinimo įstaigoms).

1.3.2 Biologiškai skaidžių atliekų prevencija maisto pramonėje

BSA prevencija maisto pramonėje galima lyginti su Švaresne gamyba (ŠG). BSA mažinimas šaltinyje arba kitaip – atliekų prevencija, dažnai skaidoma į taršos prevenciją, eko-efektyvumą, Švaresnę gamybą, žaliąjį produktyvumą. (Papargyropoulou ir kt. 2014). ŠG – tai koncepcija, kurios diegime, visų pirma pramonės įmonėse, aplinkosaugos problemų sprendimui taikomi prevenciniai metodai ir kurioje numatytas sisteminis problemų priėjimo būdas (Jungtinių tautų pramonės plėtros organizacija) (Staniškis ir kt. 2010, Kliopova 2002). Prevenciniai metodai vadinami: ŠG prevenciniais metais arba nuo 2014 m. – išteklių efektyvumo ir švaresnės gamybos (IEŠG) (Angl – RECP) (Efektyvus išteklių naudojimas ir švaresnė gamyba). ŠG – vienas iš pagrindinių Darnios pramonės plėtros įrankių (Staniškis ir kt. 2004).

Tam, kad maisto pramonės įmonėse priartėti prie darnios gamybos, naudojama keletas skirtingų ŠG prevencinių metodų, tokių kaip: žaliavų pakeitimas, žaliavų sąnaudų mažinimas, geras ūkininkavimas, procesų optimizavimas, technologinių procesų pakeitimas, gamybos vadybos tobulinimas ir t. t. (Jungtinių tautų pramonės plėtros organizacija) (Staniškis ir kt. 2010, Staniškis ir kt. 2002, Almeida ir kt. 2013)

Technologinių procesų automatinė kontrolė maisto pramonėje leidžia ne tik didinti įrengimų produktyvumą, bet taip mažinti nuokrypį tarp išmatuotų proceso kintamųjų ir užsibrėžtų sistemos tikslų, kurie leidžia sumažinti susidarančio broko kiekį. Būtent tokia strategija buvo taikoma konservų gamybos įmonėje JAV. Norint sumažinti atliekų susidarymą, konservų gamybos įmonėje, labai svarbu gerai sterilizuoti konservų

skardines. Kokybiškam sterilizacijos procesui užtikrinti būtina, kad tokių technologinių parametru reikšmės, kaip temperatūra, slėgis, laikas būtų su kuo mažesniu nuokrypiu. Jei nukrypstama nuo šių parametru, dažniausiai susidaro gamybos brokas arba trumpėja pagamintų produktų galiojimo laikas. Siekiant sumažinti nuokrypius, technologiniame procese, buvo naudojami matematiniai modeliai tam, kad būtų sumažintas skirtumas tarp proceso išeitinių parametru ir nustatytų sistemos tikslu. Automatizuota sistema leido išlaikyti mažai minimaliai kintančius technologinio proceso parametrus bei sumažinti BSA susidarymą (Caldwell 2013).

Maisto pramonės procesų automatizavimas, šiuo metu yra kone pagrindinis būdas užkirsti kelią susidarančioms atliekoms, ekonomiškai naudingu būdu. Robotų naudojimas pakavimo, pjaustymo, darinėjimo ir net skerdimo procesuose, turi daugybę pranašumu lyginat su rankų darbu. Pakeitus darbuotojus mašinomis galima padidinti produkcijos išeigą, sumažinti susidarančio broko kiekį, bet kuriame tam tikro produkto ruošimo etape, taip pat apsaugoti darbuotojų sveikatą, nes dalis darbų kartais reikalauja didelės fizinės jėgos arba stiprios psichikos. Pradėjus naudoti robotus apdorojant maisto produktus galima sumažinti infekcinių ligų riziką kylančią darbuotojams (Caldwell 2013).

Kitas, plačiai taikomas ŠG prevencinis metodas yra įrangos pakeitimas. Pavyzdžiui, vertinant migdolų apdirbimą pramonėje, dažnai bendrame riešutų kiekyje būna sugedusių, patamsėjusių migdolų, kevalų, lukštų likučių ar kitų priemaišų. Visos išvardintos pašalinės medžiagos gali turėti įtaką galutinei produkcijos kokybei. Taigi norint užtikrinti produktų kokybę, labai svarbu tinkamai išrūšiuoti riešutus. Efektyvus ir ekonomiškai pagrįstas variantas – diegti optinio rūšiavimo linijas, kurių efektyvumas yra 98 – 99 %. Likę 1 – 2 % turėtų būti išrūšiuojami rankomis, bet nepaisant to, didelis rūšiavimo efektyvumas, greitis vis tiek bus pasiektas (Caldwell 2013). Minėta optinio rūšiavimo sistema tai pat taikoma rūšiuojant grūdines kultūras, šviežias ir šaldytas daržoves bei vaisius (Caldwell 2013).

Vienas iš būdu kaip gamybos įmonėse mažinti susidarančių atliekų kiekį: tinkamai įvertinti ir suskaičiuoti energijos sąnaudas ir išlaidas taip pat suplanuoti gamybą. Žinant atstumus tarp atskirų skyrių, cechų, tai pat patalpų planą, matmenis, galima surasti efektyviausią gamybos išdėstymo schemą. Geriausia minėtą planavimą taikyti prieš įrenginėjant gamyklą, nors tokią metodiką pritaikius jau veikiančiai įmonei, taip pat galima padidinti jos veiklos rodiklius (Ojaghi ir kt. 2015).

Procesų kontrolė, technologinė įranga, automatizavimas dabartiniu laiku jau yra puikiai ištobulintas. Šios priemonės plačiai taikomos gamybos procesų efektyvumui didinti ir atliekų susidarymas skirtinguose gamybos etapuose didžiąja dalimi jau yra išspręstas. BSA maisto pramonėje yra skaidomos į išvengiamas ir neišvengiamas, taigi naudojantis minėtais atliekų prevencijos būdais bus sumažinti tik išvengiamų atliekų kiekiai (Papargyropoulou ir kt. 2014). Neišvengiamos BSA yra kaulai, lukštai, sėklos, luobelės ir t. t., kurių susidarymo mąštai priklausys tik nuo gamybos apimčių, o kiekis produkcijos vienetui išlieka vienodas. Tokių atliekų prevenciją įmonėse galima vykdyti, tik vienu būdu – jas perdirbti toje pačioje įmonėje, kur jos ir susidarė, gaminant naujus produktus (Staniškis ir kt. 2010, Kliopova ir kt. 2013b).

1.4 Biologiškai skaidžių atliekų perdirbimas

Didėjanti populiacija šiandien yra siejama su didėjančiu maisto poreikiu, o taip pat ir su proporcingai didėjančiu atliekų susidarymu. Šios problemos sprendimas – sudėtingas, nes esamos atliekų tvarkymo strategijos progresuoja labai lėtai. Vienas būdų, kaip didinti atliekų tvarkymo sistemos efektyvumą – naudoti atliekas kaip žaliavą didelės pridėtinės vertės produktų gamybai. Biologiškai skaidžių atliekų utilizavimas pridėtinės vertės produktų gamybai, skatintų naudoti vietinius žaliavų ir energijos šaltinius, įtrauktų vietos verslą ir paspartintų šių atliekų tvarkymo sistemos plėtrą.

1.4.1 Bioplastikų gamyba iš biologiškai skaidžių atliekų

Pridėtinės vertės produktai iš atliekų – dabartinis Europos sąjungos prioritetas. Vienas būdų panaudoti BSA yra biodegraduojančių plastikų gamyba. Šių plastikų gamybai puikiai tinka žaliavos, turtingos lignoceliulioze, t.y. maisto ar žemės ūkio atliekos. Jos naudojamos kaip substratas polihidroksilesterių ir poli-3-hidroksibutirato gamybai. *Burkholderia sacchari* DSM 17165 – veislė mikroorganizmų, galintys transformuoti gliukozę, arabiozę, ksilozę ir kitus cukrus tam, kad būtų pagaminti polihidroksilesteriai ir poli-3-hidroksibutiratai. Toliau lentelėje pateikiamos mikroorganizmų rūšys pagal skirtingą lignoceliuliozės šaltinį, polihidroksilesterių ir poli-3-hidroksibutirato gamybai (Ravindran ir Jaiswal 2016a).

2 lentelė. Mikroorganizmų rūšys pagal skirtingą lignoceliuliozės šaltinį, polihidroksilesterių ir poli-3-hidroksibutirato gamybai (Ravindran ir Jaiswal 2016a)

Mikroorganizmai	BSA	Angliavandenis
<i>Bacillus firmus</i>	ryžių šiaudai	poli-3-hidroksibutiratas
<i>Ralstonia eutropha</i>	išspaudos	poli-3-hidroksibutiratas
<i>Halomonas boliviensis</i>	kviečių sėlenos ir bulvių atliekos	poli-3-hidroksibutiratas
<i>Azotobacter beijerinickii</i>	kokoso palmės minkštimas	poli-3-hidroksibutiratas
<i>Burkholderia sacchari</i>	kviečių šiaudai	poli-3-hidroksibutiratas
Mišri aktyvaus dumblo kultūra	alyvuogių išspaudos	polihidroksilesteriai
<i>Bacillus megaterium</i>	alyvos palmių vaisių kevelai	poli-3-hidroksibutiratas
<i>Saccharophagus degradans</i>	atliekos iš tekilos cukranendrių	polihidroksilesteriai
<i>Pseudomonas</i> sp.	žolė	Vidutinio grandinės ilgio polihidroksilesteriai

Biotechnologijų ir bioinžinerijos instituto Portugalijoje mokslininkai atliko tyrimą, kuriuo siekė nustatyti, kiek poli-3-hidroksibutirato gali sukaupti *B. sacchari* ląstelės, kai anglies šaltinis yra hidrolizuoti kviečių šiaudai – rezultatas 60 % g poli-3-hidroksibutirato gramui sausos ląstelės masės (Cesário ir kt. 2014). Panaudoti kavos tirščiai dar vienas polihidroksilesterių šaltinis. Šiuo atveju *cupriavidus necator* DSM mikroorganizmų kultūra

kaip anglies šaltinį (kitaip energijos šaltinį) naudodama kavos tirščius, ląstelėse kaupia polihidroksilesterius. Nagrinėjamos sąlygose kultūra pasiekė 16,7 g masę sausos mikroorganizmų ląstelienos litrai terpės, o polimero kiekis sausoje ląstelių medžiagoje buvo 78,4 % (Cruz ir kt. 2014). Venkata ir kt. įvykdė polihidroksilesterių gamybos optimizavimo tyrimą, naudodami mišrias anaerobines ir aerobines kultūras bei nustatė, kad tinkama mikroaplinka, pH ir gliukozės kiekis turi 95 % įtakos polimero gamybai. Mikroaplinka poli-3-hidroksibutirato gamybai daro didžiausią įtaką (Venkata Mohan ir Venkateswar Reddy 2013). Remiantis nagrinėtomis studijomis, galima teigti, kad biodegraduojančių plastikų gamyba iš BSA gali būti vienas iš būdų, verčiantis bevertes maisto ir žemės ūkio atliekas į produktą su pridėtine verte.

1.4.2 Chitozano gamyba iš biologiškai skaidžių atliekų

Po celiuliozės chitinas yra antroji medžiaga, labiausiai paplitusi gamtoje. Ši medžiaga priskiriama prie aukštos pridėtinės vertės produktų dėl savo pritaikomumo pramonėje ir biomedicinoje. Chitinas ir jo darinys – chitozanas, plačiai taikomas kosmetikoje, žemės ūkyje, maisto, biomedicinos ir tekstilės pramonėse, kaip kompleksadaris. Chitinas yra išgaunamas iš moliuskų kiautų, pagrindiniai šaltiniai – krevetės, krabai, omarai, krilis. Indijos mokslininkai atliko tyrimą, kuriame bandė, kaip chitino šaltinį panaudoti tam tikrų rūšių žuvų perdirbimo atliekas. Tyrėjams pavyko iš žuvų atliekų sausos medžiagos išgauti 14 – 25 % chitino, kai palyginus moliuskų kiautuose chitino yra 20 – 30 % (Kumari ir kt. 2015). Atlikti mokslininkų tyrimai rodo, kad jūros maisto apdirbimo pramonės atliekos dar vienas pridėtinės vertės produktų šaltinis.

1.4.3 Baltymai iš biologiškai skaidžių atliekų

Kalogenas dar viena medžiaga, kurią galima išgauti iš maisto pramonės BSA. Pagrindiniai šios medžiagos šaltiniai – kiaulių oda (46 %), galvijų kailis (29.4 %), kiaulių ir galvijų kaulai (23.1 %). Kologeno išgauto ne iš žinduolių svarba, pastaruoju metu augo, ypač iš paukštienos ar žuvies. Kolageno ir jo darinio želatinos panaudojimas tradiciškai taikomas maisto pramonėje, kosmetikoje, fotografijoje, farmacijos pramonėje. Želatinos taikymas, minėtose pramonės šakose, paremtas šios medžiagos gelio formavimo savybe. Pastaruoju metu, maisto pramonėje, želatina daugiausia pritaikoma tokiuose produktuose, kaip emulsikliuose, putodariuose², koloidų stabilizatoriuose, bioskaidžias plėveles formuojančiose medžiagose, mikro-sandaravimo medžiagose (Gómez-Guillén ir kt. 2011).

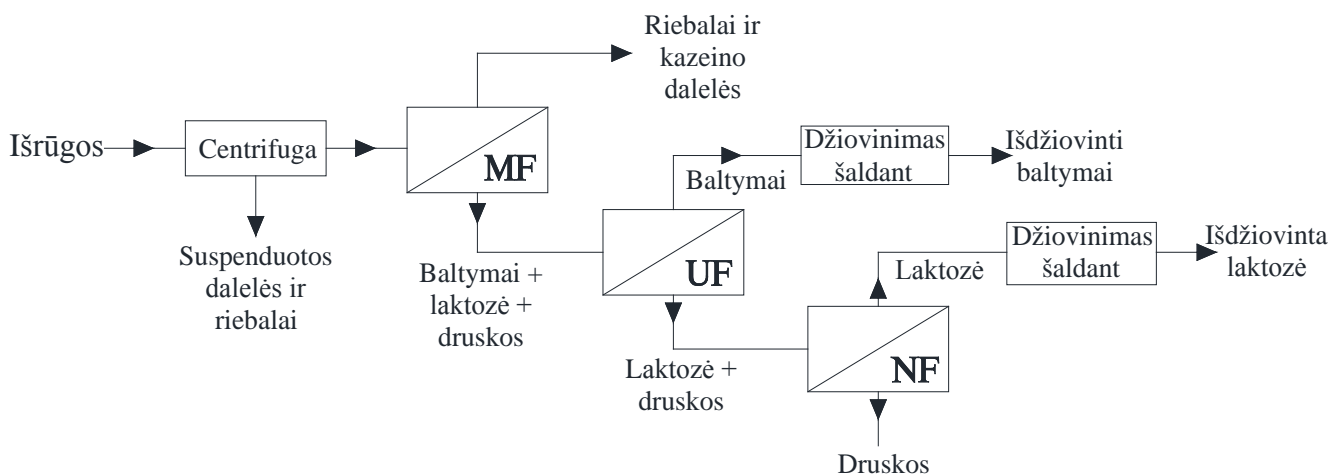
Kraujo baltymai, ypač išgauti iš kraujo plazmos (imunoglobulinai, fibrinogenai, serumo albuminai) pasižymi tokiomis technologinėmis savybėmis, kurios leidžia šias medžiagas naudoti kaip stingdančias medžiagas, emulsiklius³. Būtent šios savybės paskatino naudoti kraują, kaip žaliavą pridėtinės vertės produktams kurti maisto pramonėje, kaip maisto priedą (Toldrá ir kt. 2012b).

² Putodaris - paviršinio aktyvumo medžiaga, kurios vandeninis tirpalas intensyviai maišant disperguoja įtrauktą orą ir susidaro pastovios putos.

³ Emulsiklis – medžiaga, kuri padeda susidaryti dviejų nesimaišančių tarpusavyje skysčių emulsijai ir ją stabilizuoja.

Kraują taip pat galima panaudoti išgaunant iš jo hemoglobina ir jį fermentuojant. Taip susidaro geležies polipeptidas, kuris naudojamas medicinoje norint pagerinti geležies įsisavinimą, dažniausiai jis naudojamas padidinti geležies kiekį kraujyje (Toldrá ir kt. 2012b). Be to iš kraujo galima išgauti ir kitus pridėtinės vertės produktus, tokius kaip antibakteriniai peptidai ir bioaktyvius peptidus (Toldrá ir kt. 2012b).

Dar vienas baltymų šaltinis – išrūgos. Šis šalutinis pieno perdirbimo įmonių gamybos produktas dažnai būna didžiulė problema, dėl jo susidarymo mastų. Nepaisant to, kad šios ŠGP yra atliekos jos savo sudėtyje turi daug vertingų organinių medžiagų, tokių kaip kazeinas, kiti baltymai (0.6–0.8 g/100 ml), laktozė (4.5–5 g/100 ml), kurios gali būti sėkmingas išskirtos naudojant mikrofiltracijos, ultrafiltracijos, nanofiltracijos technologijas. Indijos mokslininkų atliktame tyrime buvo nustatyta, kad pasitelkiant aukščiau minėtas filtravimo technologijas iš išrūgų 90 % efektyvumu galima išskirti laktozė, 80 % efektyvumu kazeiną ir kitus baltymus (Das ir kt. 2015).



3 paveikslas. Išrūgų apdorojimo linijos technologinė schema (Das ir kt. 2015)

1.4.4 Biologiškai skaidžių atliekų kaip komponentai nanodalelių gamybai

Nanomedžiagų iš maisto pramonės perdirbimo liekanų gamyba yra pakankamai nauja tyrimų sfera. Dabartinėse studijose ryžių sėlenos ir kviečių lukštai buvo naudojami, kaip potencialūs komponentai nanodalelių gamybai. Tokie biopolimerai, kaip celiuliozė, krakmolai, ksilanas, chitozanas yra plačiai naudojami stabilių nanodalelių sintezei, be to šie biopolimerai laikomi atsinaujinančiu šaltiniu. Pavyzdžiui, silicio buvimas ryžių kevaluose, daro šias BSA, puikiai medžiaga Pt ir Ni nanodalelių gamybai. Ši BSA naudojama tam, kad būtų įmobilizuotos Pt ir Ni nanodalelės. Ryžių lukštų silicio struktūra buvo pagerinta naudojantis katijoninėmis ir nejoninėmis paviršinio aktyvumo medžiagomis (Span 40). Ryžių lukštų silicis kartu su Span 40 paviršiaus aktyviąją medžiaga fiksavo Ni daleles ant savo paviršiaus ir parodė aukštą dehidrinimą, bei tuo pačiu stabilias charakteristikas acetaldehido gamybai (Hassan ir kt. 2016). Kitoje studijoje sidabro dalelės buvo sintetinės naudojant ksilaną, kaip redukuojančią ir stabilizuojančią medžiagą, kuri buvo išgauta iš kviečių lukštų. Tyrimui atlikti buvo reikalingas nesudėtingas kviečių lukštų paruošimas, kad būtų išgautas ksilanas. Vėliau ksilanas buvo tirpinamas natrio hidroksido tirpale ir maišomas su sidabro nitratu. Mišinys buvo maišomas 5 min, po to

kaitinimas 100 laipsnių temperatūroje 30 minučių. Susidariusi ruda spalva parodė, kad mišinyje susidarė sidabro nanodelės (Harish ir kt. 2015).

1.4.5 Sveikatai naudingų medžiagų gamyba iš biologiškai skaidžių atliekų

Didelis skaičius studijų atliktų augalinės kilmės maisto atliekų perdirbimo srityje atskleidžia, kad pridėtinės vertės cheminių medžiagų išgavimas, tokių kaip antioksidantai bei skaidulos, tampa toks pat populiarus, kaip ir komposto ar biodujų gamyba iš BSA. Ryžių selenos yra šalutinis ryžių apdirbimo pramonės produktas, jis yra gausus baltymų, skaidulų, mineralų, vitaminų. Randami dideli kiekiai tokoferolių ir polifenolių. Taip ryšių selenų vartojimas maisto produktuose gali sumažinti cholesterolio kiekį kraujyje, taip pat mažina naviko susidarymo tikimybe bei naudingi širdies ir kraujagyslių sistemos veiklai. Irakli ir kt. nustatė, kad pridėjus ryšių selenų į kviečių miltus, antioksidantų aktyvumą duonoje galima padidinti 5 kartus (Narra ir kt. 2012).

3 lentelė. *Maisto atliekos ir galimi atgauti pridėtinės vertės produktai (Ravindran ir Jaiswal 2016a)*

Atliekų kilmė	MA šaltinis	Produktas
Javai	Ryšių selenos	Netirpios maistinės skaidulos
	Sezamo lukštai	Netirpios maistinės skaidulos
	Kviečių lukštai	Fruktanai ⁴
	Avižų malimo atliekos	Antioksidantai ⁵
	Alaus žlaugtai	Ferulo rūgštis ⁶
Aliejiniai augalai	Alyvuogių aliejus gamybos atliekos	Pectinai ir fenolis
	Žeminių aliejingų sėklų išspaudos	Fitosterolas
	Kalahari meliono sėklos	Fitosterolas
Vaisiai ir daržovės	Apelsino žievelė	Apokarotinoidas
		Limonenas
	Abrikosų kauliukų	Baltymų izoliatas
	Obuolių išspaudos	polifenoliai
	Pomidorų išspaudos	Likopenas
Pomidorų žievelė	Karotenoidai	
Mėsa	Vištienos apdirbimo šalutiniai produktai	Baltymai
	Skerdyklų šalutiniai produktai	Kolagenas
Žuvis ir jūros gėrybės	Žuvies likučiai	Žuvų baltymų hidrolizatas

⁴ Fruktanai - (lot. fructus - vaisius) - augaluose esantys iš fruktozės susidarantys polisacharidai.

⁵ Antioksidantas – maisto priedai, kurie pailgina maisto produktų vartojimo laiką, apsaugodamos nuo oksidacijos.

⁶ Ferulo rūgštis – tai ryškios spalvos milteliai, natūraliu būdu išgaunami iš ryžių. Ferulo rūgštis dažniausiai aptinkama sėklose, lapuose, vaisiuose ir daržovėse. Ji pasižymi priešuždegiminėmis ir priešvėžinėmis savybėmis. Ferulo rūgštis plačiai naudojama kosmetikos produktuose, kurie stabdo odos senėjimą ir saugo ją nuo ultravioletinių spindulių.

	Krevečių ir krabų kiautai	Chitino, karotinoidiniai pigmentai
Pienas	Išrūgos	Laktalbuminas

1.4.6 Pramoninių fermentų gamyba iš biologiškai skaidžių atliekų

Kaip ir bioetanolio gamyboje, pirmiausia atliekamas lignoceliuliozės pirminis apdorojimas, po kurio seka fermentinė hidrolizė – svarbiausias fermentų gamybos iš maisto atliekų žingsnis. Visgi kai kuriais atvejais fermentinės hidrolizės etapą galima apeiti, naudojant tam tikras grybų rūšis, augančias ant biomasės. Pavyzdžiui: *Scytalidium thermophilum*, *Melanocarpus* spp., *Aspergillus* spp. ir *Pleurotus* spp. (Ravindran ir Jaiswal 2016a).

Keletas maisto produktų tiekimo grandinių buvo analizuojama, siekiant įvertinti komerciškai svarbių fermentų gamybą. Kalbant apie organinių atliekų panaudojimą, akcentuojami oksiduojantys fermentai, tokie kaip: celiulazės, amilazės, ksilazės, fitazės, lipazės (Narra ir kt. 2012). Argumentas naudoti maisto atliekas fermentų gamybai yra paprastas – 28 % galutinės produkto kainos sudaro žaliavų kaina. Siekiant išspręsti žaliavų kainos problemą, buvo atlikta keletas studijų, kurios akcentavo lingoceliuliozinių maisto atliekų naudojimą fermentų gamybai (Ravindran ir Jaiswal 2016a). Kaip jau buvo minėta aukščiau, skirtingos mikroorganizmų rūšys sugeba suskaidyti sudėtingus polimerus, o susidariusius cukrus panaudoti kaip maistą. Šis faktas yra akcentuojamas tada, kai kalbama apie maisto atliekų panaudojimą kaip žaliavą fermentų gamybai. Papildomai didelis fermentų aktyvumas gali būti padidintas naudojant terpės stabilizavimo technikas, taip pat specialias mikroorganizmų rūšis (Ravindran ir Jaiswal 2016a).

1.4.7 Biodegalai iš biologiškai skaidžių atliekų

Biomasė etanolio gamybai jau naudojama daugiau negu šimtmetį. Proceso esmė – lignoceliuliozės fermentinė hidrolizė, kurios metu susidaro cukrūs, kuriuos jau galima konvertuoti į etanolį. Visgi lignoceliuliozės pirminis apdorojimas yra būtinas siekiant padidinti bioetanolio išeigą. Hidrolizuojant lignoceliuliozę susidaro ligninas ir kristalinė hemiceliuliozė, įvyksta pasikeitimai struktūroje, kurie trukdo panaudoti lignoceliuliozę pridėtinės vertės produktų gamybai (Ravindran ir Jaiswal 2016b). Pats fermentavimo procesas skiriamas į du režimus: atskirai hidrolizė ir fermentavimas bei kartu vykstanti hidrolizė ir fermentavimas. Metodų skirtumas – skirtinga bioetanolio išeiga, atitinkamai – 0,43 ir 0,31 g/g (Kim ir kt. 2011). Pasaulyje bioetanolio gamybai naudojamos tokios žemės ūkio atliekos, kaip ryžių ir kviečių šiaudai, cukranendrių išspaudos, cukranendrių viršūnės, medvilnės stiebai, bambukų apdorojimo atliekos (Gupta ir Verma 2015). Visgi šiuo metu daug dėmesio buvo skirta bioetanolio gamybai iš maišytų maisto atliekų, kviečių, duonos, košės, virtuvės atliekų, bananų ir bulvių luobelėlių. Skirtingi būdai buvo naudoti bioetanolio gamybai iš maisto atliekų. Pavyzdžiui, bioetanoliumi išgauti maisto atliekų mišinio hidrolizatas buvo veikiamas *Saccharomyces cerevisiae* H058 mikroorganizmų rūšimi, makaronų atliekos buvo veikiamos *Cerevisiae* K35,

bulvių lupenos, hidrolizuotos rūgštimi ir fermentais, buvo veikiamos *S. cerevisiae* var. *bayanus* mikroorganizmais (Karmee 2016).

Biobutanolis – dar viena alternatyva biodegalų gamybai iš biomasės. Šis kuras pranašesnis už bioetanolį, nes jį galima naudoti dėl esamos infrastruktūros, be to, nereikia pakeitimų automobilių varikliuose. Butanolis gali būti gaminamas per acetono, butanalio, etanolio fermentaciją, naudojant tokias bakterijas, kaip *Clostridium acetobutylicum* EA 2018 ir *Clostridium beijerinckii* BA101 (Guo ir kt. 2015).

Biodyzelinas – dar vienas pridėtinės vertės produktas, kurį galima išgauti iš maisto atliekų, kepimo aliejaus, paukščių plunksnų miltų (Gameiro ir kt. 2015). Pagrindiniai šių atliekų naudojimo pranašumai – maža kaina arba iš viso bevertė žaliava, be to, naudojant atliekas nenaudojama derlingi žemės plotai energetiniams augalams auginti (Karmee 2016). Gaminant biodyzeliną iš maisto atliekų, pirmiausia reikia atlikti lipidų ekstrakciją, tam yra naudojami nepoliniai organiniai tirpikliai heksanas ir dietilo eteris, nors šis žingsnis ir nėra privalomas. Vėliau mišinys paliekamas išsluoksnuoti ir lipidai atskiriami, vėliau esterifikuojami (Karmee 2016). Visgi naudojant organinius tirpiklius, tokius kaip heksanas, susidaro toksiškų tirpiklių atliekų, procesas turi mažą selektyvumą, ekstrakcijos procesas lėtas. Siekiant išvengti šių trūkumų yra naudojamas superkritinis anglies dvideginis, kurio fizikines ir chemines savybes galima keisti reguliuojant temperatūrą ir slėgį. Superkritinis anglies dvideginis buvo naudojamas išgauti riebalų rūgščių metilo esterius iš paukščių plunksnų miltų, o pasiektas mažiausias rezultatas buvo 96,7 % visų galimų išgauti riebalų rūgščių metilo esterių (Gameiro ir kt. 2015).

Bioalyva, kaip pridėtinės vertės produktas, ruošiama iš žemės ūkio ir komunalinių BSA, vejos ir miškų kirtimo atliekų, turi potencialo pakeisti tradicinius naftos produktus. Bioalyvai išgauti yra naudojama pirolizė, gautas produktas – tamsiai rudos spalvos kuras. Vis dėl to, dėl bioalyvos trūkumų, tokių kaip mažas terminis atsparumas, prastos kuro savybės ir koroduojanti prigimtis, šio kuro pritaikymas ribotas, o ir mokslinių studijų, tyrinėjančių šios alyvos išgavimą iš maisto atliekų, yra vos keletas (Karmee 2016).

Daug studijų buvo atlikta nagrinėjant biovandenilio gamybą iš maisto pramonės, maitinimo įstaigų atliekų, o gauti rezultatai parodė, kad dujų sudėtyje esančio vandenilio kiekis yra pakankamas, kaip ir pačių dujų mišinio išeiga. Iš visų biovandenilio išgavimo metodų tamsioji fermentacija yra tinkamiausia technologija, kuri dar ir pritaikoma komercijai, kadangi naudojant šį metodą nereikia išorinio energijos šaltinio, netgi tokio, kaip saulės šviesa ir dėl to biovandenilio gamyba gali būti ekonomiškai pagrįsta. Naudojant šią biovandenilio gamybos technologiją dujų išeiga priklauso nuo maisto atliekų pirminio paruošimo, pH, anglies ir azoto santykio, temperatūros, vandenilio parcialinio slėgio (Yasin ir kt. 2013). Genetiškai patobulintų mikroorganizmų naudojimas, fermentacijos tamsoje procese gali taip pat padidinti biovandenilio išeigą, kartu sumažindami ir tirpių metabolitų cheminį deguonies suvartojimą bei CO₂ emisijas (Liu ir kt. 2013).

1.4.8 Biodujų gamyba iš biologiškai skaidžių atliekų

Biodujų išgavimas iš BSA yra antras pagal populiarumą BSA tvarkymo metodas, po kompostavimo. Šio proceso metu BSA yra apdorojamos beorėje aplinkoje, reguliuojant tokius technologinius parametrus, kaip pH ir temperatūra. Tinkamai sureguliuotas procesas taip pat didina ir biodujų išeigą, visgi produkto išeiga priklauso ir

nuo pradinės biomasės. Pavyzdžiui, Indijos mokslininkai tyrė paruošto ir neparuošto MA biodujų išėigą vienos stadijos anaerobinio apdoravimo įrenginyje. Tyrimas atskleidė, kad biodujų išėiga buvo 0,47 m³/kg lakiųjų kietųjų dalelių, o komposto – 0,29 kg/kg atliekų. Analizuojant ir neparuošto maisto atliekų panaudojimą, biodujų išėiga buvo 0,38 m³/kg lakiųjų kietųjų dalelių⁷ ir 0,13 kg/kg atliekų, komposto (Begum ir kt. 2016). Papildomai toks pat tyrimas buvo atliktas dviejų stadijų bioreaktoriuje, kuriame iš pradžių vyksta acidogenezė, po to – metanogenezė. Šiuo atveju, apdorojant paruošto maisto atliekas, nustatyta biodujų išėiga buvo 0,18 m³/kg lakiųjų kietųjų dalelių, o komposto išėiga – 0,27 kg/kg atliekų, be to, šio proceso metu buvo siekiama išgauti dar vieną pridėtinės vertės produktą – riebiąsias rūgštis, nustatyta išėiga – 0,44 kg/kg lakiųjų kietųjų dalelių (Begum ir kt. 2016). Ši medžiaga gali būti naudojama kaip žaliava cheminėms medžiagoms gaminti (Begum ir kt. 2016).

Plačiai paplitęs ir ekonomiškai rentabilus metodas apdoroti maisto atliekas ir gaminti biodujas – sausas BSA fermentavimas. Ši technologija pakankamai paplitusi Lietuvoje, o technologijos tiekėjas „Bekon“ kol kas gauna tik gerų atsiliepimų. Vienas šios technologijos pranašumų – universalumas, ją galima pritaikyti iš komunalinių atliekų išskirtos biologiškai skaidžios frakcijos apdorojimui, taip pat atskirai surinktų maisto atliekų tvarkymui (Bekon).

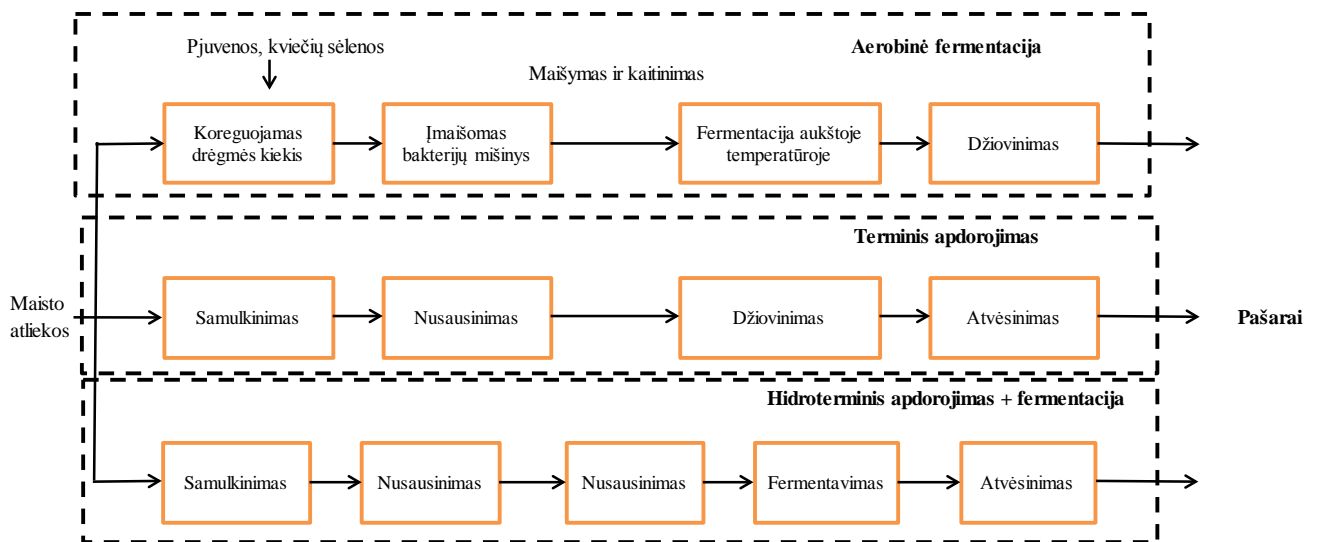
4 lentelė. BSA tinkamos apdoroti naudojant Bekon sauso fermentavimo technologiją (Bekon)

Šaltinyje išrūšiuotos BSA	BSA iš KA srauto	Kitos organinės atliekos
Iš KA srauto išrūšiuotos BSA (pirminis rūšiavimas)	20 – 80 mm organinė frakcija iš KA	Pasibaigusio galiojimo vaisiai ir daržovės iš prekybos centrų
Restoranų ir virtuvės atliekos	(iki 20 mm- dažniausiai akmenukas, žemė ir dulkės)	Pasibaigusio galiojimo maisto atliekos (iš parduotuvių ir pan.)
Maisto pramonės atliekos		Žemės ūkio atliekos
Kitos ŠGP (II ir III kategorijų)		Kitos ŠGP (II ir III kategorijų)
Žaliosios atliekos išrūšiuojamos šaltinyje (sodų, viešųjų teritorijų, kt.)		

1.4.9 Pašarai iš biologiškai skaidžių atliekų

Gyvulinių pašarų gamyba – būdas utilizuoti maisto atliekas. Dažniausi metodai apdorojant maisto atliekas: aerobinis fermentavimas, terminis apdirbimas, hidroterminis apdoravimas + fermentavimas. Gautas produktas, naudojant minėtas technologijas, maistine verte prilygsta tradiciniams pašarams, o jo mikrobiologinis ir cheminis užterštumas atitinka standartus. Visgi švino kiekis šiek tiek viršija numatytą ribą, paprastai šio elemento kiekis priklauso nuo galvijų ir avių skerdienos likučių (Chen ir kt. 2015).

⁷ Lakiosios kietosios dalelės (angl. *volatile solids*) – atliekų sausųjų medžiagų dalis, kuri gali būti konvertuota į biodujas.



4 paveikslas. Dažniausiai naudojamos pašarų iš BSA gamybos technologijos (Chen ir kt. 2015)

Mėsos pramonės šalutinių produktų pritaikymas naminių gyvūnų maisto gamybai jau ilgą laiką buvo vienas populiariausių šių BSA panaudojimo metodų. Toks naminių gyvūnų ėdalas turi pakankamai maistinių medžiagų ir pasižymi geru virškinamumu. Pašarų, pagamintų iš kiaulių ir galvijų, kraujo, plazmos, hidrolizuotų plunksnų, taukų, sudėtyje yra riebalų, proteinų, mineralų, vitaminų, tokių kaip B grupės vitaminai ir kitų riebaluose tirpių vitaminų, kurie yra būtini naminių gyvūnų pašaruose (Toldrá ir kt. 2012c).

1.4.10 Kietasis atgautasis kuras iš biologiškai skaidžių atliekų

Kietojo atgautojo kuro (KAK) gamyba iš BSA – tai vienas iš būdų, kaip galima atliekas paversti energija, mažinti atliekų kiekį ir kartu vykdyti prevenciją, jeigu iš BSA pagamintas kuras naudojamas įmonės reikmėms. Aplinkos inžinerijos instituto mokslininkai atliko tyrimą, kurio metu siekė įvertinti javų apdirbimo pramonėje susidarančių atliekų panaudojimą kietojo atgautinio kuro gamybai, taip pat pagaminto kuro panaudojimą įmonės reikmėms. Rezultatas – gautos granulės, kurių šilumingumas buvo apie 13 MJ/kg, drėgmė – 15 %, peleningumas – 10 %, o sunkiųjų metalų bendras kiekis – nuo 5 iki 9,5 karto mažesnis negu pjuvenose. Be to, naudojant KAK iš įmonėje susidarančių atliekų, vienai tonai produkto susidarančių BSA sumažėtų iki 4,48 kg, gamtinių dujų sąnaudos 62,7 %, tiesioginės ir netiesioginės emisijos į aplinkos orą sumažėtų 7,84 kg vienai tonai produkto (Kliopova ir kt. 2013b).

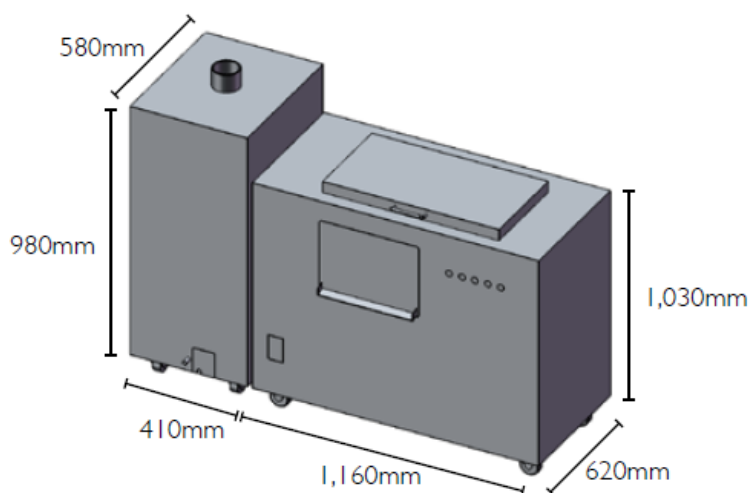
Šiuo metu daug studijų buvo atlikta, siekiant įvertinti KAK gamybą iš komposto. Atlikti tyrimai parodė, kad KAK iš komposto pasižymi dideliu peleningumu (40–65 %), mažu kaloringumu, dėl to pagamintą kurą reikia maišyti su kitu kuru arba vienu metu deginti kartu su kitu aukšto kaloringumo kuru (Zajonc ir kt. 2014). Taip pat KTU Aplinkos inžinerijos instituto mokslininkai kartu su partneriais vykdė eksperimentą, kurio metu vertino komposto panaudojimą kurui. Atlikti tyrimai parodė, kad įmaišant kompostą į pjuvenas, galima ženkliai pagerinti KAK savybes. Pavyzdžiui, geriausias rezultatas, vertinant atgautojo kuro žemutinę šilumingumo vertę,

buvo pasiektas gaminant granules, kurių sudėtyje buvo 10 % komposto ir 90 % pjuvenų: 13,19 MJ/kg – esant kuro drėgniui iki 17,31 %, 16,47 MJ/kg – sausoje medžiagoje (Staniškis ir kt. 2016). KTU mokslininkai taip pat nagrinėjo ir gryno komposto panaudojimą. Atliktas eksperimentas parodė, kad nuo 10 iki 40 mm frakcija pasižymi geresnėmis fizikinėmis ir cheminėmis savybėmis KAK gamybai, tokiomis kaip: mažesnis peleningumas, didesnė žemutinė šilumingumo vertė (iki 14–15 MJ/kg SM) (Staniškis ir kt. 2016).

1.4.11 Kompostas iš biologiškai skaidžių atliekų

Namudinis kompostavimas plačiai taikomas namų ūkiuose, kaip būdas mažinti MA susidarymą šaltinio vietoje. Nepaisant dabartinio kompostavimo naudojimo, šį metodą galima taikyti ir valgyklose, restoranuose ir kitose maitinimo įstaigose, tik šiuo atveju, reikalinga speciali įranga.

Pavyzdžiui, populiarus daugelyje pasaulio šalių, plačiai naudojamas viešojo maitinimo sektoriuje, „Joraform“ pramoninis kompostavimo įrenginys „JK5100“. Šis įrenginys leidžia sukompostuoti iki 700 litrų BSA per savaitę, galutinis produktas subrandinamas per 4 savaites, be to, šiame įrenginyje lengvai pasiekama termofilinė stadija, daugiau kaip 70 °C. Norvegiški „BioCoTech“ kompostavimo įrenginiai – dar viena alternatyva maitinimo įstaigų BSA kompostuoti jų susidarymo šaltinyje. Tokia kompostavimo įranga leidžia lengvai pasiekti didesnę negu 75 °C temperatūrą, o kompostas pagaminamas per kelias dienas (Staniškis ir kt. 2016). Kompostavimo procesui pagerinti taip pat galima naudoti probiotikus, kurie mažina kvapą, dezinfekuoja, spartina procesą (Staniškis ir kt. 2016).



5 paveikslas. Oklin Green Good kompostavimo įrenginys GG 10S (Oklin)

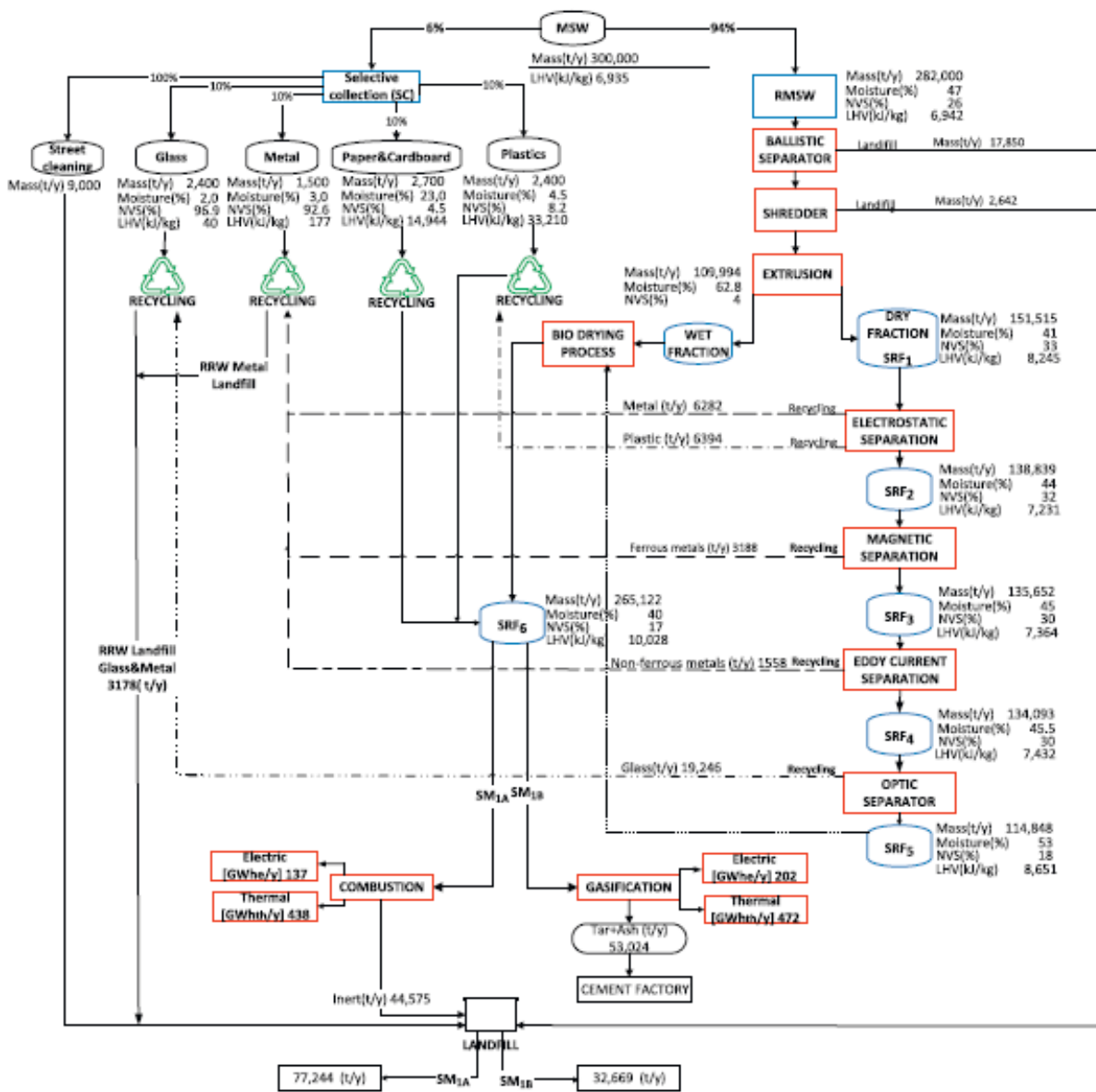
Dar vieną maisto atliekų apdorojimo įrenginį jų susidarymo šaltinyje siūlo „Oklin“. Šis gamintojas siūlo nuo 10 iki 500 t/m. našumo kompostavimo įrenginius maitinimo ir apgyvendinimo įstaigoms. Gamintojas deklaruoja, kad šie kompostavimo įrenginiai maisto atliekų tūrį gali sumažinti 80–90 % (Oklin).

1.5 Atliekų srautų valdymo sistemos

Atliekų valdymo sistemų analizė – vienas iš būdų sukurti konkrečią sistemą nagrinėjamam objektui. Mokslinėje literatūroje dažniausiai analizuojamos KA valdymo sistemos. Jos kuriamos taip, kad būtų efektyviau išnaudojama atliekų žaliavinė ir energetinė vertė, dažnai tokiems scenarijams įvertinti pasitelkiama būvio ciklo analizė, siekiant įvertinti sistemos darnumą (Ionescu ir kt. 2013).

Priklausomai nuo atliekų sudėties, parenkamos KA valdymo sistemos. Pavyzdžiui, Pietryčių Europoje buvo siūlomi net du skirtingi scenarijai. Pirmajame atliekos turėjo 94 % oksiduojamų medžiagų, tokių kaip deguonis ir vandenilis, kurios galėjo būti paverčiamos energija. Trūkumai – drėgmė (47 %) ir inertinės medžiagos (26 %). Visgi šie trūkumai buvo pašalinti tinkamai apdorojus atliekas. KA valdymo sistemoje KAK buvo graduojamas nuo 1 iki 6, priklausomai nuo vietos apdorojimo grandinėje. Priklausomai kaip bus panaudota KAK galutinė frakcija, sistemos buvo skirstomos pagal du scenarijus. Pirmuoju – KAK frakcija buvo deginama kogeneracinėse jėgainėse atgaunant 438 GWh/m. šilumos energijos ir 137 GWh/m. elektros energijos. Pagal antrąjį – visa gauta KAK frakcija buvo dujofikuota, gautų dujų apatinė šilumingumo vertė – 4 MJ/m³, išeiga – 3–4 m³/kg, gauta 472 GWh/m. šilumos energijos ir 202 GWh/m. elektros energijos, be to, gauti pelenai tiko cemento pramonei (Ionescu ir kt. 2013).

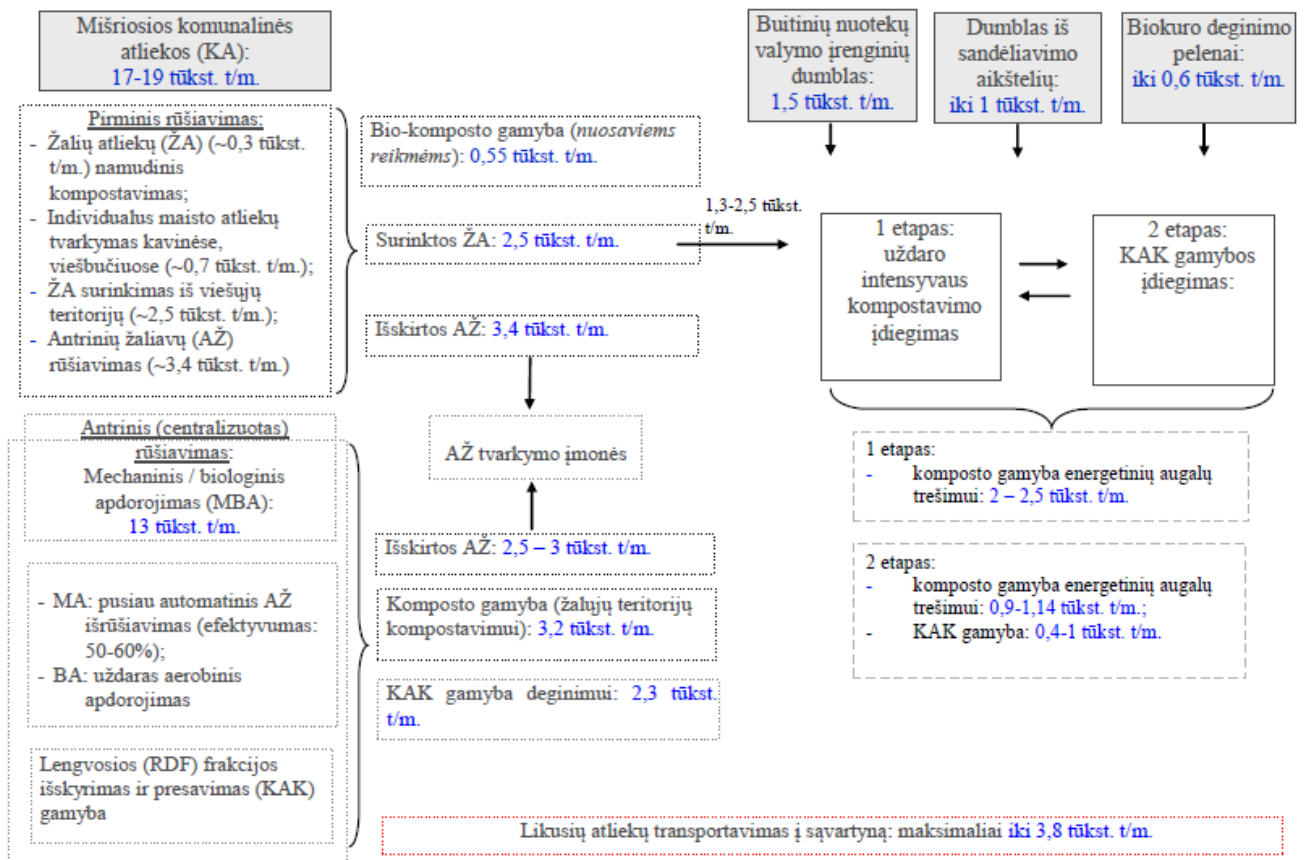
Kita sistema buvo sudaryta Vidurio Europos regionui. Didžiausias skirtumas tarp sistemų skirtingiems regionams – įvesties duomenys. Centrinės Europos regione atskiro surinkimo efektyvumas siekia 68 %, dėl to perdirbimas šiame regione 33 % didesnis negu Rytų Europos regione, maisto atliekų atskiras surinkimas siekia 75 %. Atskiras surinkamas turi ir dar keletą privalumų: atskirai surinktas maisto atliekas galima kompostuoti ir išgauti dujas, atskirtos šlapios frakcijos drėgmė 67 % mažesnė, lyginant su pirmąja sistema, o KAK drėgmė yra 32 %, kai pirmosios sistemos atveju KAK drėgmė – 40 % (Ionescu ir kt. 2013).



6 paveikslas. Komunalinių atliekų valdymo sistema rytų Europos regionui (Ionescu ir kt. 2013)

Palangos miesto savivaldybei buvo pasiūlytas integruoto atliekų valdymo modelis, kuris buvo rengiamas pagal atliekų tvarkymo hierarchijos prioritetus. Įdiegus šį modelį, daugiau negu 80 % atliekų savivaldybėje būtų tvarkomos kitaip, nei jas šalinti sąvartyne (Kliopova 2012).

Šis modelis išsiskiria tuo, kad yra pritaikytas konkrečiai vietai, jos specifinėms savybėms, infrastruktūrai, atliekų sudėčiai. Nors modelis sukurtas konkrečiai Palangos atvejui, su minimaliomis korekcijomis jį galima taikyti ir kituose Baltijos regiono kurortuose. Šiame modelyje yra akcentuojamas pirminis antrinių žaliavų rūšiavimas, taip pat žaliųjų BSA išskyrimas ir kompostavimas susidarymo šaltinio vietoje, žaliųjų atliekų surinkimas iš miesto viešųjų teritorijų. Siūlomi du būdai, kaip atgauti energiją iš atliekų: pirmasis – KAK gamyba iš išskirtos lengvosios frakcijos, antrasis – KAK gamyba iš pirminio komposto (Staniškis ir kt. 2016, Kliopova 2012).



7 paveikslas. Palangos miesto savivaldybės integruoto atliekų valdymo modelio sprendimai (Kliopova 2012)

1.6 Teisės aktų biologiskai skaidžių atliekų tvarkymo srityje apžvalga

Pirmosios atliekų tvarkymo nuostatos Europos Sąjungoje išdėstytos dar 1975 m. direktyvoje 75/442/EEB „Dėl atliekų“. 1989 m. priimta Europos Bendrijos atliekų tvarkymo strategija, kuri remiasi pagrindinėmis atliekų hierarchijos nuostatomis, kurių didžiausias prioritetas – atliekų prevencija. Kai atliekų negalima išvengti, turi būti vykdomas atliekų tvarkymas (apimant pakartotinį medžiagų ir energijos naudojimą) ir tik po to atliekas šalinti sąvartyne.

Šeštojoje aplinkosaugos veiksnių programoje (2002 m.) buvo numatyta parengti BSA tvarkymui skirtus ES teisės aktus. Dabar šių atliekų tvarkymą reglamentuojantys teisės aktai skelbiami yra keliose direktyvose.

2005 m. Teminėje strategijoje dėl atliekų buvo siūloma kurti atskiriems biologinių atliekų tvarkymo klausimams spręsti skirtus priemonių paketus.

Direktyvoje 2008/98/EB „Dėl atliekų“ Europos Sąjungos šalys yra skatinamos diegti atskiro BSA surinkimo sistemas, surinktas atliekas perdirbti, taip pat leidžiama, kad BSA KA sraute būtų privaloma atgauti ir perdirbti. Direktyvoje pateikiamas būtiniausių ES biologinių atliekų tvarkymo reikalavimų paketas. Europos Sąjungos narės imasi priemonių skatinti:

- BSA kompostavimą ir fermentavimą;
- biologinių atliekų apdorojimą siekiant mažiausio poveikio aplinkai;

- saugių medžiagų iš BSA gamybą.

Teisės akte taip pat nustatyti komposto iš BSA kokybės rodikliai bei kiti apdorojimo procesams keliami reikalavimai, priklausomai nuo atliekų kilmės. Direktyvoje 2008/98/EB apibrėžtas energijos vartojimo efektyvumas, kurio nepasiekus, kietųjų atliekų deginimas negali būtų taikomas energijos gamybai.

Žaliojoje knygoje (IP/08/1879), kurią priėmė Europos Komisija, svarstomas poreikis Europos Sąjungoje priimti naujų teisės aktų, kurie skatintų mažinti šalinamų BSA kieki, jas perdirbant, atgaunant energiją ir (arba) medžiagines savybes. Nagrinėjamos naujausios BSA tvarkymo alternatyvos (Hidroterra 2010).

2010 m. patvirtintame Komisijos komunikate Tarybai ir Europos Parlamentui KOM(2010)235 dėl ES planų BSA valdymo srityje aptariami svarbiausi veiksmai, susiję su biologiškai skaidžių atliekų tvarkymu, analizuojamos BSA tvarkymo politikos alternatyvos, pateikiamos rekomendacijos, siekiant pasinaudoti visais BSA tvarkymo privalumais. Dokumente ir vėl pabrėžiama, kad aplinkosauginiai tikslai turi būti pasiekiami finansiškai naudingiausiu būdu (Hidroterra 2010).

1998 m. priimtame Lietuvos Respublikos „Atliekų tvarkymo įstatyme“ savivaldybės buvo įpareigotos atsakyti už KA (kartu ir BSA) tvarkymą. Įgyvendinant direktyvą 2008/98/EB, įstatyme buvo pabrėžiamas atskiro biologiškai skaidžių atliekų surinkimo skatinimas, o po to apdorojimas jas fermentuojant, kompostuojant arba taikant kitokią aukšto lygio aplinkosaugą (Hidroterra 2010).

Valstybiniame atliekų tvarkymo plane nurodyta, kad įmonėse, kurių ūkinėje komercinėje veikloje susidaro biologiškai skaidžių gamybos atliekų, įskaitant viešojo maitinimo ir kitose įstaigose susidarancias BSA, reikia atskirai išrūšiuoti ir, jei įmanoma, tvarkyti vietoje, o jeigu tai techniškai neįgyvendinama, MA perduoti kitiems atliekų tvarkytojams, kurie užtikrintų BSA tvarkymą pagal atliekų tvarkymo prioriteto eiliškumą (Lietuvos Respublikos Vyriausybė 2014). Maisto pramonės įmonėse susidarancias BSA taip pat tvarko tos pačios įmonės, kiti atliekų tvarkytojai arba sugeneruotos BSA gali būti naudojamos žemės ūkyje, kaip trąšos arba gyvulių pašaras, nepažeidžiant reglamento (EB) Nr. 1069/2009 reikalavimų. Grįžtant prie KA sraute esančių maisto atliekų tvarkymo, pažymėtina, kad VATP numatyta iki 2019 m. įdiegti atskiro MA srauto surinkimą ir sukurti pajėgumus šiems atliekoms tvarkyti. „Plėtojant įvairių gamybos ir kitos ūkinės veiklos atliekų (įskaitant verslo sektorių) rūšiuojamąjį surinkimą, numatoma griežtinti rūšiuojamojo atliekų surinkimo apskaitos ir kontrolės reikalavimus“ (Lietuvos Respublikos Vyriausybė 2014).

VATP akcentuojamoms MA yra numatyti kiti poįstatyminiai teisės aktai, kurie nustato reikalavimus konkrečioms atliekų tvarkymo metodams. Pavyzdžiui, BSA kompostavimo aplinkosauginiai reikalavimai. Šiame teisės akte nurodomi reikalavimai kompostavimo aikštelių įrengimui, kompostuojamoms atliekoms, komposto kokybės rodikliams ir komposto naudojimui tręšimui (Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija 2007).

BSA taip pat gali būti panaudojamos kaip trąšos žemės ūkyje, jų naudojimą apibrėžia kitas Lietuvos Respublikos teisės aktas – „Biologiškai skaidžių atliekų naudojimo tręšimui laikinųjų aplinkosauginių reikalavimų aprašas“. Šiame dokumente akcentuojamas tręšimo planų sudarymas, kuriame turi atsispindėti tręšiamas plotas, grafikas, žemėlapiai, BSA maisto medžiagų kiekis ir kiti parametrai, kurie turi užtikrinti, kad nebus sukurtas neigiamas poveikis žmonių sveikatai (Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija 2014).. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentą (EB) Nr. 1069/2009, kuriuo nustatomos žmonėms vartoti neskirtų šalutinių gyvūninių produktų ir jų gaminių sveikumo taisyklės ir panaikinamas Reglamentas (EB) Nr. 1774/2002. „Šiame

reglamente nustatomos visuomenės ir gyvūnų sveikatos taisyklės, taikomos šalutiniams gyvūniniams produktams ir jų gaminiams, siekiant apsaugoti visuomenės ir gyvūnų sveikatą nuo šių produktų keliamo pavojaus ir šį pavojų sumažinti bei ypač užtikrinti maisto ir pašarų grandinės saugą“ (Europos parlamentas ir Europos sąjungos taryba 2009). Remiantis šiuo reglamentu, kavinių, apgyvendinimo įmonių maisto atliekos priskiriamos trečiai ŠGP kategorijai, o vadovaujantis Komisijos reglamento Nr. 142/2011/EB nuostatomis, maisto (virtuvės) atliekos, tiek surenkamos iš viešojo maitinimo įstaigų, tiek iš gyventojų, priskiriamos trečiai šalutinių gyvūninių produktų kategorijai ir joms turi būti taikomi (EB) Nr. 1069/2009 reglamento reikalavimai (Europos Komisija 2011).

Reglamente Nr. 142/2011/EB yra nustatomos priemonės (EB) Nr. 1069/2009 reglamento įgyvendinimo priemonės. Jame nurodomos ŠGP transportavimo sąlygos, akcentuojamas surinkimas, vežimas, indentifikavimas ir atsekamumas, įmonių gamyklų registravimas ir tvirtinimas, šalutinių gamybos produktų ir gaminių naikinimas ir naudojamas (Europos Komisija 2011).

Atlikus mokslinės literatūros analizę, nustatyta, kad BSA turi didelį aukštos pridėtinės vertės produktų potencialą. Dabartiniai mokslininkų tyrimai atskleidžia, kad BSA gali būti žaliava bioplastikų gamybai, nes mikroorganizmai, naudojantys BSA, gali sukaupti iki 60 % poli-3-hidroksibutirato gramui sausos ląstelės masės; paukščių plunksnos gali būti naudojamos biodyzelino gamybai, nes dabartinės technologijos leidžia išgauti 96,7 % visų galimų riebalų rūgščių metilo esterių; filtracijos technologijos leidžia pasiekti 80 % baltymų ir 90 % laktozės atgavimą iš išrūgų. Nepaisant minėtų medžiagų, iš BSA gali būti gaminami ir kiti sudėtingi organiniai junginiai, o jei tai neįmanoma – atskirai surinktos BSA turi 30 % didesnę biodujų išgavimo potencialą, negu iš KA srauto išskirta bioskaidžioji frakcija. O jeigu nėra galimybių maksimaliai išnaudoti šių atliekų energetinio potencialo bei žaliavinio potencialo, gaminant aukštesnės pridėtinės vertės produktus, BSA galima apdoroti susidarymo šaltinyje, gaminant bio-kompostą, šiam tikslui naudojant įvairius kompostavimo įrenginius.

Atlikus teisės aktų apžvalgą, BSA srauto atskiras tvarkymas yra vienas prioritetinių. Ypač skatinama atgauti šių atliekų energetines ir medžiagines savybes, išlaikant aukštą aplinkos apsaugos lygį bei pasiekiant tai ekonomiškai naudingiausiu būdu.

2 MAISTO ATLIEKŲ SRAUTAI IR JŲ INTEGRUOTO VALDYMO SISTEMOS SUKŪRIMO METODIKA

Maisto atliekų srautų integruoto valdymo savivaldybės lygmeniu sistemos kūrimo algoritmas pateikiamas paveiksle apačioje (žr. 8 paveikslą). Metodika taikoma savivaldybės lygmeniu, bet nesunkiai pritaikoma ir regiono lygmeniu. Pagrindiniai algoritmo etapai: duomenų rinkimas ir analizė, atskirų maisto atliekų srautų valdymo ŠG įvykdomumo analizė.

Pirmas metodikos taikymo etapas – duomenų rinkimas. Naudojantis Statistikos departamento duomenų baze, valstybinių atliekų tvarkymo planu, teisės aktais BSA ir MA tvarkymo srityje, savivaldybių atliekų tvarkymo planais, maisto pramonės įmonių TIPK ir taršos leidimais bei paraiškoms leidimams gauti, maisto įmonių TIPK ir taršos leidimų įrenginių apklausomis, maisto pramonės TIPK ir taršos leidimų įrenginių metinėmis ataskaitomis, projekciniais atliekų tvarkymo infrastruktūros duomenimis, GPGB atliekų tvarkymo srityje, naujausiais moksliniais sprendimais renkami ir apdorojami duomenys.

Toliau išsamiau analizuojama savivaldybės komunalinių atliekų biologiškai skaidžių atliekų frakcija, prieš tai įvertinus bendrus komunalinių atliekų srautus. Įvertinami tokie atskiri srautai, kaip maisto atliekos, žaliosios atliekos, popieriaus ir kartono atliekos, tekstilės atliekos. Šie srautai atskirai vertinami daugiabučiams namams, kaimų ir miestų teritorijose, individualiuose namuose, taip pat kaimuose ir miestuose bei organizacijose. Po to įvertinama, kiek maisto ir žaliųjų atliekų yra sukompostuojama individualiuose kaimų ir miestų namuose. Vertinant maisto atliekas, būtina įvertinti esamą šių atliekų tvarkymą, ypač namudinį kompostavimą. Vėliau įvertinamas maisto ir žaliųjų atliekų susidarymas apgyvendinimo įstaigose bei MA kiekis viešojo maitinimo organizacijose. Toliau nagrinėjama stambiausių pramonės įmonių generuojamos atliekos, jų planuojami ir esami tvarkymo būdai. O pabaigoje analizuojamas gyvulininkystės sektorius, įvertinant susidarancius šalutinius gamybos produktus. Kokybiškai ir kiekybiškai įvertinus maisto, ŠGP srautus, pasirenkami srautai, kuriems bus atliekamas išsamus vertinimas, remiantis švaresnės gamybos metodika. Pasirinktiems srautams bus atliekamas techninis, aplinkosauginis ir ekonominis įvertinimas. Nagrinėjamam maisto atliekų srauto ŠG projektui atliekama ir SSGG analizė. Atlikus duomenų kokybinę ir kiekybinę analizę, parinkus atskirų maisto atliekų srautų valdymo alternatyvas, sukuriama bendra savivaldybės maisto atliekų integruoto valdymo sistema.

Informacijos šaltiniai:

1. Statistikos departamentas;
2. VATP;
3. Teisės aktai BSA bei MA tvarkymo srityje;
4. Savivaldybių atliekų tvarkymo planai;
5. Maisto pramonės įmonių TIPK ir taršos leidimai bei paraiškos leidimams gauti;
6. Maisto pramonės TIPK ir taršos leidimų įrenginių apklausa;
7. Maisto pramonės TIPK ir taršos leidimų įrenginių metinės aplinkosaugos ataskaitos;
8. Projektiniai atliekų tvarkymo infrastruktūros duomenys;
9. GPGB Atliekų tvarkymo srityje;
10. Naujausių mokslinių sprendimų ir taikomojo mokslo literatūros analizė.

Atliekamos analizės:

1. KA srautų analizė savivaldybės lygmenyje (rezultatas – BSA, įsk. MA kiekis KA sraute);
2. Savivaldybės kavinių ir apgyvendinimo įstaigų MA srautų kiekybinis įvertinimas;
3. Savivaldybės TIPK ir taršos leidimų įrenginių MA srautų kiekybinis įvertinimas;
4. Savivaldybėje esamos atliekų tvarkymo infrastruktūros analizė, vertinant MA srautų susidarymą ir tvarkymą;
5. MA srautų medžiaginio ir energetinio potencialo pirminis įvertinimas;
6. Atskirų MA srautų valdymo patobulinimo pasiūlymai;
7. Siūlomų alternatyvų įvykdomumo analizė;
8. Siūlomų alternatyvų SSSG analizė;
9. MA srautų valdymo sistemos pasiūlymas savivaldybei.

Naudojami metodai:

1. Medžiagų ir energijos balansas;
 2. ŠGG prevenciniai metodai;
 3. Aplinkos apsaugos indikatorių sudarymo metodika;
 4. ŠGG įvykdomumo analizės metodai:
- (Aplinkosauginis, ekonominis, techninis įvertinimas, SSSG analizė).

2.1 Biologiškai skaidžių atliekų srautų kiekybinis įvertinimas

Pirmas integruoto MA valdymo sistemos sukūrimo etapas, kiekybinis MA nustatymas. Šiam tikslui pasiekti analizuojami visi srautai susiję su MA generavimu.

2.1.1 Komunalinių atliekų srauto biologiškai skaidžių atliekų frakcijos įvertinimas

Integruoto MA valdymo sistemos sukūrimui ypač svarbu tinkamai įvertinti susidarančius MA kiekius. Vienas didžiausių šių atliekų šaltinių – KA srautas. Skirtingų atliekų rūšių kiekiai apskaičiuojami pagal gyventojų skaičių ir atliekų susidarymo norma pasirinktai zonoje.

Komunalinių atliekų susidarymas (Martuzevičius ir kt. 2012):

$$r_i = \frac{U_i \cdot z_i}{1000}, \text{ t/m.}; \quad (1)$$

čia: r_i – KA kiekis i-tojoje zonoje, t/m.;

U_i – gyventojų skaičius i-tojoje zonoje, vnt.;

z_i – KA susidarymo norma i-tojoje zonoje, kg/gyv./m.

biologiškai skaidžių atliekų frakcija nustatoma pagal formulę (Martuzevičius ir kt. 2012):

$$m_{i,n} = \frac{r_i \cdot z_{i,n}}{100}, \quad (2)$$

ia: $m_{i,n}$ – n-tosios atliekos, susidarančios i-tojoje zonoje, kiekis, t/m.;

$z_{i,n}$ – n-tosios atliekos, susidarančios i-tojoje zonoje, kiekis, %;

r_i – KA kiekis i-tojoje zonoje, t/m.

2.1.2 Maisto, žaliųjų ir pakuočių atliekų susidarymo apgyvendinimo įmonėse įvertinimas

Apgyvendinimo įmonės pasižymi didelių MA kiekiu atliekose. Nors šios atliekos laikomos ŠGP, dažniausiai savivaldybėse jos šalinamos kartu su KA srautu. MA susidarymas įvertinamas pagal sekančias formules.

Maisto atliekų susidarymas apgyvendinimo įmonėse:

$$MA = \frac{N \cdot MA_{sn}}{1000}, t/m.; \quad (3)$$

čia: MA – maisto atliekų kiekis, t/m.;

N – nakvynių skaičius apgyvendinimo įstaigose, vnt.;

MA_{sn} – maisto atliekų susidarymo norma vienos nakvynės metu, kg/nakvynei.

Žaliųjų atliekų susidarymas apgyvendinimo įmonėse:

$$\check{Z}A = \frac{N \cdot \check{Z}A_{sn}}{1000}, t/m.; \quad (4)$$

čia: ŽA – žaliųjų atliekų kiekis t/m.;

N – nakvynių skaičius apgyvendinimo įstaigose, vnt.;

ŽA_{sn} – žaliųjų atliekų susidarymo norma vienos nakvynės metu, kg/nakvynei.

Popieriaus ir kartono atliekų susidarymas apgyvendinimo įmonėse:

$$PK = \frac{N \cdot PK_{sn}}{1000}, t/m.; \quad (5)$$

čia: PK – popieriaus ir kartono atliekų kiekis, t/m.;

N – nakvynių skaičius apgyvendinimo įstaigose, vnt.;

PK_{sn} – popieriaus ir kartono atliekų susidarymo norma vienos nakvynės metu, kg/nakvynei.

2.1.3 Maisto atliekų susidarymas viešojo maitinimo ir gėrimų tiekimo įmonėse

Viešojo maitinimo ir gėrimų tiekimo įmonėse susidaro labai panašios sudėties gamybinės atliekos, kaip ir apgyvendinimo įmonėse. Mažose savivaldybėse jos taip pat šalinamos kartu su KA srautu.

Maisto atliekų susidarymas viešojo maitinimo ir gėrimų tiekimo įmonėse:

$$MA_{v\check{s}} = KA \cdot SN; \quad (6)$$

čia: MA_{vš} – maisto atliekos susidaranti viešojo maitinimo įstaigose, t/m.;

SN – atliekų susidarymo norma tonomis tonai komunalinių atliekų, t/t;

KA – komunalinių atliekų kiekis, t/m.

2.1.4 Biologiškai skaidžių atliekų susidarymo pieno pramonės įmonėse įvertinimas

BSA pieno perdirbimo pramonėje darbe skiriamos į sūrių gamybos metu susidarantių išrūgas ir kitas bendras BSA susidarantiąs pieno produktų gamybos metu.

Biologiškai skaidžių atliekų kiekis susidarantis gaminant pieno produktus:

$$BSA_p = P \cdot BSA_I \quad (7)$$

čia: BSA_p – Bioskaidžių atliekų kiekis iš pieno pramonės, t/m.;

P – perdirbto žaliavinio pieno kiekis, tūkst. t/m.;

BSA_I – BSA kiekis susidarantis perdirbamos žaliavos kiekiui, kg/t.

Susidarantių išrūgų kiekis gaminant sūrius:

$$I\check{S} = \frac{P}{\rho} \cdot I\check{S}_{SN}; \quad (8)$$

čia: $I\check{S}$ – išrūgų kiekis, m^3/m .;

$I\check{S}_{SN}$ – išrūgų susidarymo norma m^3 žaliavinio pieno, m^3/m^3 ;

P – perdirbto žaliavinio pieno kiekis, t/m.;

ρ – pieno tankis, t/m^3 .

2.1.5 Biologiškai skaidžių atliekų susidarymas gyvūnų skerdyklose

Skerdimo metu susidarantis preliminarus šalutinių gyvūninių produktų kiekis:

$$\check{S}GP_n = \frac{Q \cdot m}{1000} \cdot \frac{\check{S}GP}{100}; \quad (9)$$

čia: $\check{S}GP_n$ – n-tojo šalutinio gamybos produkto kiekis, t/m.;

Q – paskerstų technologinės grupės gyvulių skaičius, vnt.;

m – vieno paskersto gyvūno masė, kg;

$\check{S}GP$ – šalutinio gamybos produkto dalis, %.

2.2 Medžiagų ir energijos srautų diagramų sudarymas

Siekiant tiksliai įvertinti BSA srautų judėjimą savivaldybės lygmenyje, sudaromos medžiagų srautų diagramos. Šios diagramos leidžia geriau įvertinti esamą situaciją ir tinkamiau parinkti atliekų tvarkymo alternatyvas. Šių diagramų sudarymui pasitelkiama Medžiagų ir energijos balanso sudarymo metodika. Ta pati metodika naudojama vertinant konkrečią ŠG alternatyvą (Staniškis ir kt. 2010).

$$\check{Z}+M = P1 + P2 + A; \quad (10)$$

čia: \dot{Z} – žaliavų sąnaudos (pvz., žaliavos pagrindinio produkto gamybai, t/m.);

M – kitų papildomų medžiagų sąnaudos, t/m;

P1 – pagaminto pagrindinio produkto kiekis, t/m.;

P2 – pagaminto šalutinio produkto kiekis, t/m.;

A – atliekos, į aplinkos orą, vandenį, dirvožemį išmetamų teršalų kiekis, t/m.;

Biodujų išgavimo potencialas skaičiuojamas pagal formulę (Hidroterra ir kt. 2010):

$$BP = \sum_{i=0}^n (m_n \cdot \frac{SM_n}{100} \cdot \frac{SMorg_n}{100} \cdot \frac{SMsuyr_n}{100} \cdot BP_n); \quad (11)$$

čia: BP – biodujų produkcija, m³/m.;

m_n – n-tosios atliekos, susidarančios i-tojoje zonoje, kiekis, t/m.;

SM_n – sausos medžiagos kiekis n-tojoje medžiagoje, %;

$SMorg_n$ – organinės sausos medžiagos kiekis n-tojoje medžiagoje, %;

$SMsuyr_n$ – suyranti organinės sausos medžiagos dalis n-tojoje medžiagoje, %;

BP_n – biodujų išgavimas iš vienos tonos suyrančios organinės sausos medžiagos, m³/t.

Elektros ir šiluminės energijos gamyba apskaičiuojama pagal formulę (Hidroterra ir kt. 2010):

$$BE_n = BP \cdot Q_z \cdot \frac{\eta_n}{100}; \quad (12)$$

čia: BE_n – elektros arba šiluminė energija, MWh/m.;

Q_z – kuro apatinė šilumingumo vertė (kaloringumas), kWh/m³;

η_n – elektros arba šiluminės energijos atgavimo efektyvumas, %.

2.3 Atskirų maisto atliekų srautų valdymo inovacijų planavimas ir jų įvykdomumo analizė

Identifikavus MA srautus savivaldybėje, sudarius medžiagų srautų diagramas, ieškoma atliekų tvarkymo sistemos trūkumų su tikslu juos patobulinti, analizuojamos galimybės sukurti novatoriškus atliekų tvarkymo ar panaudojimo būdus. Inovacijų parinkimo ir įgyvendinamumo analizė atliekama pagal ŠD įvykdomumo analizės etapus (Staniškis ir kt. 2002, Kliopova 2002):

1. **Inovacijų pasiūlymai.** Integruoto MA srautų valdymo inovacijų tikslas – maksimaliai išnaudoti atliekose esančias žaliavines ir medžiagines savybes, tuo pačiu mažinant poveikį aplinkai. ŠG inovacijos turi būti parinktos pagal principą, kad aplinkosauginis efektas turi būti pasiektas ekonomiškai palankiomis sąlygomis.

2. **Aplinkosauginis įvertinimas.** Šis etapas atliekamas įvertinant planuojamos sistemos daromą poveikį aplinkai, palyginti su esama. Analizuojama tarša į aplinkos orą, nuotekų ir atliekų susidarymą, dirvožemio tarša. Analizuojas poveikis priklausio nuo pasirinkto projekto specifikos.
3. **Techninis įvertinimas.** Efektyviam ŠG inovacijų įdiegimui, įvertinus aplinkos apsaugos poveikį, būtina įvertinti ir technines projekto galimybes. Techninio ŠG projekto įvertinimo metu atliekama įrangos analizė, tinkamai parenkant gamintojus, technologiją, tiekėjus, analizuojama kaip ŠG projektas įtakos galutinį produktą, esamą gamybos liniją.
4. **Ekonominis įvertinimas.** Atlikus aplinkosauginį ir techninį įvertinimą lieka paskaičiuoti ekonominį efektą. Sudaroma projekto sąmata, įvertinant visus projektavimo, montavimo ir/ar demontavimo, programavimo, paleidimo derinimo darbus, įrangos ir įrangos įsigijimo kaštus. Toliau įvertinami metiniai sutaupymai ir pagal tai atliekamas atsipirkimo trukmės skaičiavimas.

2.4 Švaresnės gamybos projekto ekonominio efektyvumo įvertinimas

Investicijų į projektą (inovaciją) atsipirkimo trukmė (AT) apskaičiuojama įvertinus visus pinigų srautus: investicijas, metinius sutaupymus, papildomus kaštus. Kada atsipirkimo trukmė 3 – 4 metai, toks projektas laikomas ŠG projektu.

Atsipirkimo trukmė skaičiuojama pagal formulę apačioje (Kliopova 2012, Staniškis ir kt. 2002):

$$AT = \frac{I}{S}; \quad (13)$$

čia: AT – atsipirkimo trukmė, m.;

I – projekto (inovacijos) investicijos, eur;

S – dėl projekto (inovacijos) įdiegimo sutaupomos lėšos, eur/m.

Jeigu inovacijos atsipirkimo trukmė virš 3 metų, projekto atsiperkamumas vertinamas skaičiuojant grynąją dabartinę vertę. Šio metodo tikslas nustatyti dabartinę būsimų pajamų bei išlaidų vertę. Projektas laikomas ekonomiškai naudinga, kai jo GDV >0. Skaičiavimai atliekami pagal formulę (Kliopova 2004):

$$GDV = -PI + \sum_{t=0}^n \frac{GPS}{(1+P)^t}; \quad (14)$$

čia: t – metai;

GPS – grynujų pinigų srautas per t metus, eur.;

p – palūkanų arba diskonto norma.

PI – pradinė investicija, eur.

Tikroji rinkos palūkanų norma apskaičiuojama pagal formulę (Kliopova 2004):

$$r = (n_r - i_r) / (1 + i_r), \%$$
 (15)

čia: n_r – Nominalioji palūkanų norma

i_r – infliacija, %;

r – tikroji rinkos palūkanų norma, %.

2.5 ŠG projektų SSGG analizė

Įvykdžius ŠG projektų įvykdomumo analizės etapus, pabaigoje atliekama SSGG analizė, kuria parodomas projekto stiprybės, silpnybės, galimybės, grėsmės. Analizuojama pasirinktos teritorijos privalumai ir/arba trūkumai, analizuojama esama atliekų tvarkymo sistema, naudojamos technologijos, galimybę integruoti naujus ir inovatyvius atliekų tvarkymo metodus. Įvardijamos siūlomų alternatyvų silpnybės bei grėsmės. Atliekant SSGG analizę taip pat remiamasi taikomų nagrinėjamai alternatyvai aplinkos apsaugos teisės aktais.

2.6 Aplinkos apsaugos efektyvumo nustatymas

Vertinant žaliavų, medžiagų, energijos, vandens sutaupymus, nuotekų, teršalų į aplinkos orą emisijų sumažinimus. Puikus būdas vertinti esamą bei planuojamą situaciją, naudoti aplinkos apsaugos veiksmingumo indikatorius. Jie leidžia tiksliai įvertinti dabartinės ir planuojamos patobulinti sistemos aplinkosauginį efektą. AAI apskaičiuojami pagal sekančias formules:

Aplinkos apsaugos indikatorius prieš ŠG priemonių įdiegimą (Pivoras 2005, Staniškis ir kt. 2010, Kliopova 2002):

$$AAI \text{ prieš} = K_{n(t-1)} / G(t-1);$$
 (16)

čia: AAI prieš – srauto (žaliavų, energijos) aplinkos apsaugos indikatorius prieš ŠG projekto diegimą;

$K_{n(t-1)}$ – sąnaudos per tam tikrą laiką prieš inovacijų įdiegimą (pvz.: t/m., kWh/m.);

$G(t-1)$ – per tam tikrą laiko tarpą prieš inovacijų įdiegimą pagaminamos produkcijos kiekis (pvz.: t/m., kWh/m.).

Aplinkos apsaugos indikatoriai po ŠG projekto įdiegimo (Pivoras 2005, Staniškis ir kt. 2010, Kliopova 2002):

$$AAI = K(t) / G(t);$$
 (17)

čia: AAI – srauto (žaliavų, energijos) aplinkos apsaugos indikatorius;

$K(t)$ - sąnaudos per tam tikrą laiką (pvz.: t/m., kWh/m.);

$G(t)$ – pagaminamos produkcijos kiekis (pvz.: t/m., kWh/m.).

Įdiegtų ŠG projektų aplinkosauginis veiksmingumas apskaičiuojamas pagal formulę (Štaniškis ir kt. 2010):

$$W = AAI_{\text{prieš}} - AAI_{\text{po}}; \quad (18)$$

W – skirtumas tarp aplinkos apsaugos indikatorius prieš ŠG priemonių įdiegimą ir po ŠG priemonių įdiegimo.

3 BIOLOGIŠKAI SKAIDŽIŲ ATLIEKŲ SRAUTAI TELŠIŲ RAJONO SAVIVALDYBĖJE

Vadovaujantis II darbo skyriuje pateikta metodika – atliekamas biologiškai skaidžių atliekų srautų kokybinis ir kiekybinis vertinimas.

3.1 Telšių rajono savivaldybės komunalinių atliekų srautai

Telšių r. sav. yra Lietuvos šiaurės vakaruose. Telšių rajono savivaldybę sudaro: 2 miestai – Telšiai ir Varniai, 11 miestelių – Eigirdžiai, Gadūnavas, Janapolė, Lauko Soda, Luokė, Nerimdaičiai, Nevarėnai, Pavandenė, Tryškiai, Ubiškė ir Žarėnai. Rajono savivaldybės centras – Telšiai. Remiantis statistikos departamento duomenimis, Telšių r.sav. gyvena apie 44 tūkst. gyventojų (žr. 1 priedą).

Registrų centro duomenimis gyventojų pasiskirstymas pagal gyvenamąją vietą savivaldybėje yra tolygus, t.y. apylygė gyventojų dalis gyvena tiek butuose, tiek individualiuose namuose. Telšių rajono savivaldybėje 2013 m. iš viso įregistruota 20 812 būstų, iš kurių 10 282 – vieno, dviejų butų gyvenamieji namai, 10 464 – butai daugiabučiuose namuose bei 66 – kiti būstai (Telšių rajono savivaldybės taryba 2015).

5 lentelė. KA susidarymas Telšių r. sav. namų ūkiuose

Rajonas	Bendras	Daugiabučiai namai			Individualūs namai			Bendras susidarymas t/m.
	gyventojų skaičius 2010m.	Gyventojų skaičius	norma, kg/gyv./m.	KA, t/m.	Gyventojų skaičius	norma, kg/gyv./m.	KA, t/m.	
KA susidarymas namų ūkiuose¹								
Miestų gyventojai	25 226	12613	270	3405,51	12613	270	3405,51	6811,02
Kaimų gyventojai	19 027	9514	220	2093,08	9513	220	2092,86	4185,94
Organizacijos								3746,53
Viso:	44253	22127		5498,59	22126		5498,37	14743,49

Pastabos:

1. Šioje lentelėje nerodomas tas ŽA bei daržovių atliekų kiekis, kuris jau šiuo metu kompostuojamas kaimo vietovėse ir nepatenka į KA srautą.
2. Vadovaujantis Telšių r. sav. atliekų tvarkymo planu priimama prielaida, kad gyventojų skaičius tiek individualiuose namuose, tiek daugiabučiuose yra lygus (Telšių rajono savivaldybės taryba 2015).
3. Atliekų susidarymo normos parinktos pagal galimybių ir alternatyvų studiją „Telšių regiono biologiškai skaidžių atliekų tvarkymo infrastruktūros sukūrimas“ (Hidroterra ir kt. 2010).
4. Skaičiavimai atliekami naudojantis pirma metodikos formule.

6 lentelė. ŽA susidarymas Telšių r. sav. namų ūkiuose ir organizacijose

	Daugiabučiai namai			Individualūs namai			Bendras ŽA susidarymas, t/m.
	KA, t/m.	iš jų ŽA, %	ŽA, t/m.	KA, t/m.	iš jų ŽA, %	ŽA, t/m.	
Telšių savivaldybė ŽA srautas							
Kitų miestų gyventojai	3405,51	1	34,06	3405,51	21	715,16	749,21
Kaimų gyventojai	2093,08	1	20,93	2093,08	2	41,86	62,79
Organizacijos							74,93
Viso:	5498,59		54,99	5498,59		757,02	886,94

Pastabos:

- Vadovaujantis galimybių ir alternatyvų studija „Telšių regiono biologiškai skaidžių atliekų tvarkymo infrastruktūros sukūrimas“ (Hidroterra ir kt. 2010), ŽA šalinamo procentas KA sraute sudaro: iki 1 % daugiabučiuose namuose, iki 21 % – miestų individualiuose namuose, iki 2 % – kaimo individualiuose namuose, iki 2 % – organizacijose.
- Skaičiavimai atliekami naudojantis antra metodikos formule.

7 lentelė. MA susidarymas Telšių r. sav. namų ūkiuose ir organizacijose

	Daugiabučiai namai			Individualūs namai			Bendras MA susidarymas, t/m.
	KA, t/m.	iš jų MA, %	MA, t/m.	KA, t/m.	iš jų MA, %	MA, t/m.	
Telšių savivaldybė MA srautas							
Miestų gyventojai	3405,51	50	1702,76	3405,51	21	715,16	2417,91
Kaimų gyventojai	2093,08	50	1046,54	2092,86	26	544,14	1590,68
Organizacijos							1123,96
Viso:	5498,59		2749,295	5498,37		1259,301	5132,55

Pastabos:

- Vadovaujantis galimybių ir alternatyvų studija „Telšių regiono biologiškai skaidžių atliekų tvarkymo infrastruktūros sukūrimas“ (Hidroterra ir kt. 2010), maisto ir daržovių atliekų šalinamo KA sraute sudaro: iki 50 % - daugiabučiuose namuose, iki 21 % – miestų individualiuose namuose, iki 26 % – kaimo individualiuose namuose, iki 30 % – organizacijose.
- Skaičiavimai atliekami naudojantis antra metodikos formule.

8 lentelė. Popieriaus ir kartono (PK) atliekų susidarymas Telšių r. sav., namų ūkiuose ir organizacijose

	Daugiabučiai namai			Individualūs namai			Bendras PK susidarymas, t/m.
	KA, t/m.	iš jų PK, %	PK, t/m.	KA, t/m.	iš jų PK, %	PK, t/m.	
Telšių savivaldybė PK srautas							
Miestų gyventojai	3405,51	7	238,39	3405,51	2	68,11	306,50
Kaimų gyventojai	2093,08	7	146,52	2093,08	2	41,86	188,38
Organizacijos							749,31
Viso:	5498,59		384,90	5498,59		109,97	1244,18

Pastabos:

- Vadovaujantis galimybių ir alternatyvų studija „Telšių regiono biologiškai skaidžių atliekų tvarkymo infrastruktūros sukūrimas“ (Hidroterra ir kt. 2010), PK šalinamo KA sraute sudaro: iki 7 % daugiabučiuose namuose, iki 2 % – miestų ir kaimų individualiuose namuose, iki 20 % – organizacijose.
- Skaičiavimai atliekami naudojantis antra metodikos formule.

9 lentelė. Tekstilės atliekų (TA) susidarymas Telšių r. sav., namų ūkiuose ir organizacijose

	Daugiabučiai namai			Individualūs namai			2009 m. Bendras TA susidarymas, t/m.
	KA, t/m.	iš jų TA, %	TA, t/m.	KA, t/m.	iš jų TA, %	TA, t/m.	
Telšių savivaldybė TA srautas							
Miestų gyventojai	3405,51	2	68,11	3405,51	2	68,11	136,22
Kaimų gyventojai	2093,08	2	41,86	2093,08	3	62,79	104,65
Organizacijos							187,33
Viso:	5498,59		109,97	5498,59		130,90	428,20

Pastabos:

- Vadovaujantis galimybių ir alternatyvų studija „Telšių regiono biologiškai skaidžių atliekų tvarkymo infrastruktūros sukūrimas“ (Hidroterra ir kt. 2010), TA šalinamo KA sraute sudaro: iki 2 % daugiabučiuose namuose ir miestų individualiuose namuose, iki 3 % – kaimo individualiuose namuose, iki 0,5 % – organizacijose.
- Skaičiavimai atliekami naudojantis 2 metodikos formule.

3.2 Maisto ir žaliųjų atliekų susidarymas apgyvendinimo įstaigose

Remiantis statistikos departamento duomenis, Telšių r. sav. 2014 metais iš viso buvo 12 atskirų apgyvendinimo įmonių: 6 viešbučiai, 3 privataus sektoriaus apgyvendinimo įmonės, motelis, poilsio namai ir

nakvynės namai (žr. 3 priedą). Visos šios įmonės 2014 metais suteikė 12143 nakvynes (žr. 3 priedą). Remiantis Valančio magistro tezėse atliktu tyrimu, vienos nakvynės metu viešbutyje gali susidaryti iki 2,5 kg MA, 0,085 kg ŽA ir PK bei PK pakuotės – 0,6 kg (Valantis 2014). Pagal atliekų susidarymo normas skaičiuojami MA kiekiai susidarantys nagrinėjame objekte.

MA susidarymas apgyvendinimo įmonėse skaičiuojama pagal 3 metodikos formulę:

$$MA = \frac{12143 \cdot 2,5}{1000} = 30,36 \text{ t/m.};$$

ŽA susidarymas apgyvendinimo įmonėse skaičiuojama pagal 4 metodikos formulę :

$$\check{Z}A = \frac{12143 \cdot 0,085}{1000} = 1,03 \text{ t/m.};$$

PK atliekų susidarymas apgyvendinimo įmonėse skaičiuojama pagal 5 metodikos formulę:

$$PK = \frac{12143 \cdot 0,6}{1000} = 7,29, \text{ t/m.};$$

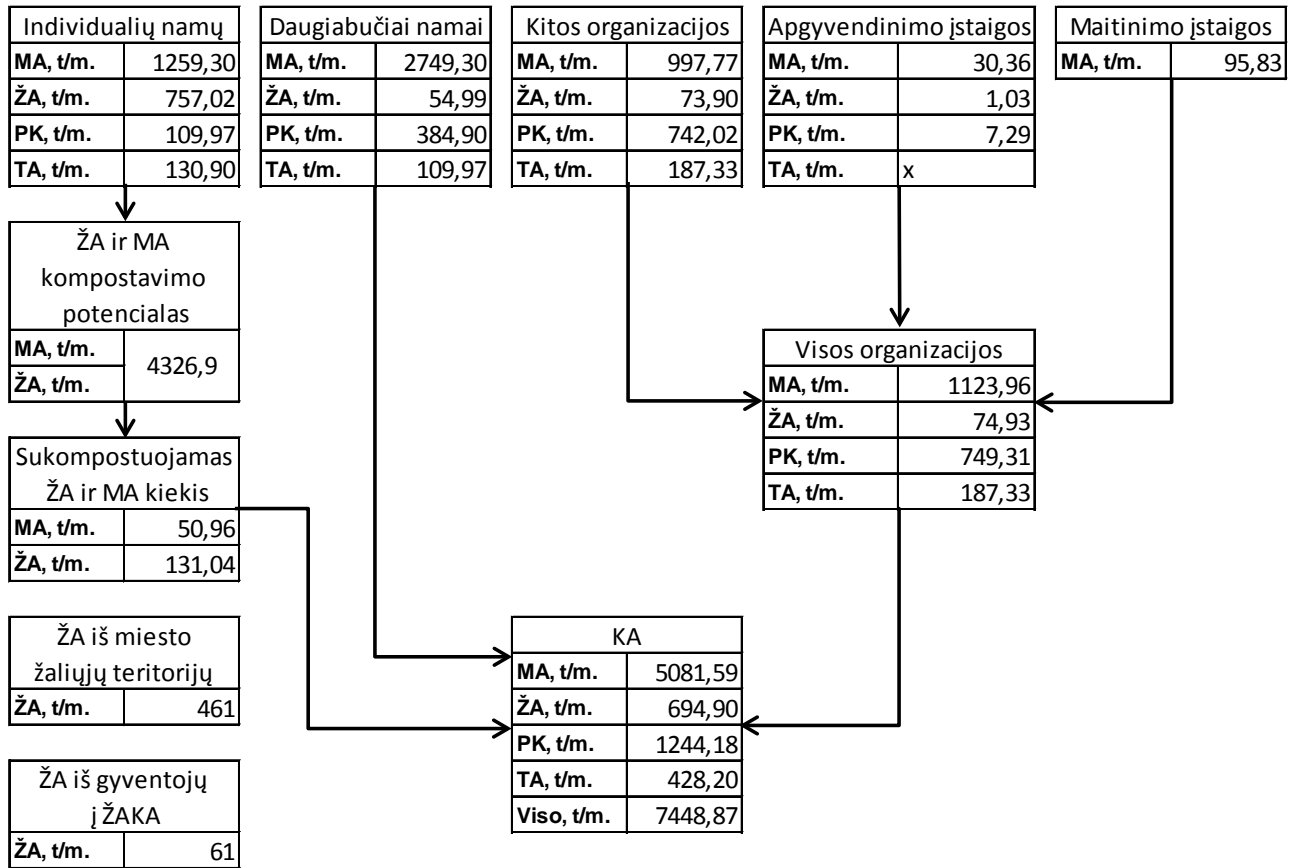
3.3 Maisto atliekų susidarymas viešojo maitinimo įstaigose

Maitinimo ir gėrimų tiekimo įmonių maisto atliekų susidarymas skaičiuojamas pagal Alytaus BSA tvarkymo infrastruktūros sukūrimo galimybių studiją (Hidroterra 2010). Studijoje skaičiuojama, kad šalinant vieną toną KA, susidaro 0,0065 t MA iš maitinimo ir gėrimų tiekimo įmonių. Naudojant šį santykinį indikatorius, skaičiuojamas MA susidarymas Telšių r. sav.

10 lentelė. MA susidarymas Telšių r. sav. iš maitinimo ir gėrimų tiekimo įmonių

KA kiekis, t/m.	KA vienetai tenkanti MA iš maitinimo įstaigų dalis, t/t	MA kiekis, t/m.
14743,49	0,0065	95,83

Telšių r. sav. susidariusių kumunalinių MA srautai bei MA srautai iš maitinimo ir apgyvendinimo įstaigų susiteminti, kiekybiniai rezultatai pateikti 9 paveikle. Nors maisto atliekos iš kavinių ir apgyvendinimo įstaigų laikomos ŠGP, jos vis tiek patenka į komunalinių atliekų srautą, nes šiai dienai toks atliekų tvarkymas pigesnis negu perduoti ŠGP tvarkytojams. Kol kas griežta kontrolė vykdoma, tik Vilniaus regione.



9 paveikslas. MA, ŽA, PK ir TA susidarymo srautų diagrama Telšių r. sav.

3.4 Maisto pramonės atliekos

Didžiausia pramonės atstovė Telšiuose – AB „Žemaitijos pienas“. Šioje įmonėje per metus apdorojama iki 300 tūkst. tonų pieno. Remiantis AB „Žemaitijos pienas“ konsoliduota 2014 m. šešių mėnesių tarpiniu pranešimu, priimame prielaidą, kad 2014 metais įmonėje AB „Žemaitijos pienas“ buvo perdirbta 285 tūkst. t. pieno (Žemaitijos pienas 2014). Remiantis Petkevičienės atliktu tyrimu „Biologiškai skaidrios atliekos pieno pramonės įmonėse. Analizė ir jų tvarkymo galimybės“, susidarančių BSA kiekis paskaičiuojamas pagal išvestą indikatorių. Jis lygus 34,2 kg BSA tonai žaliavinio pieno (Petkevičienė 2014). Pagal nurodytas atliekų susidarymo normas atliekami skaičiavimai.

Biologiškai skaidžių atliekų susidarymas pieno pramonės įmonėse

285 tūkst. t žaliavinio pieno 2014 m. (Žemaitijos pienas 2014). Skaičiuojama, kad sūrių gamybai sunaudojama 57 % pieno, tokiu atveju žaliavinio pieno kiekis pieno gamybai – 162 tūkst. t. Išrūgų susidarymo norma gaminant sūrius – 0,873 m³ vienam kubiniam metrui sunaudoto pieno. Vidutinis tankis - 1,032 t/m³ (Kliopova ir Makarskienė 2014). 123 tūkst. t. likusio pieno naudojama kitų pieno produktų gamybai. Šiam kiekiui pieno apdoroti susidarančių atliekų kiekis skaičiuojamas pagal santykinį indikatorių, kuris lygus 34,2 kg tonai apdoroto žaliavinio pieno (Petkevičienė 2014).

Biologiškai skaidžių atliekų kiekis susidarantis gaminant pieno produktus skaičiuojamas pagal 7 metodikos formulę:

$$BSA_p = 123 \cdot 34,2 = 4206,6 \text{ t/m.}$$

Lietuvos pieno perdirbimo pramonėje maždaug 21 % šių atliekų yra perdirbama, dažniausiai pieno miltelius ar išrūgų gėrimus (Pieno išrūgų susidarymas). Remiantis šiais duomenimis priimame prielaidą, kad AB „Žemaitijos pienas“ naujoje pieno išrūgų perdirbimo linijoje sutvarkys 21 % išrūgų ($28778,4 \text{ m}^3/\text{m.}$).

Susidarančių išrūgų kiekis gaminant sūrius skaičiuojamas pagal 8 metodikos formulę:

$$I\check{S} = \frac{162000}{1,032} \cdot 0,873 = 137040 \text{ m}^3/\text{m.}$$

3.5 Šalutinių gyvūninių produktų susidarymas skerdyklose

Dalis galvijų, kiaulių, paukščių tai pat paskerdžiama, ko pasėkoje susidaro ŠGP. Pagal statistikos departamento duomenis Lietuvoje 2014 metais buvo paskersta 20,8 % galvijų (žr. 4 priedą). Remiantis šiais statistiniais duomenimis priima prielaida, kad Telšių r. sav. taip pat buvo paskersta 20,8 % galvijų. Grigaliūnaitės magistro tezėmis priima prielaida, kad kiaulių ir paukščių paskerdžiama 27,3 % nuo bendro kiekio (Grigaliūnaitė 2014). Darbe daroma prielaida, kad paskerstų galvijų skaičius – 5037 vnt., kiaulių - 5684 vnt., paukščių – 56627 vnt. Skerdimo procesų metu susidaro didelis kiekis organinių liekanų, maždaug 37 % kiaulių masės netinka vartoti žmonėms (15,5 % – kaulai, 5,6 % – netinkanti maistui mėsa, 5,2 % – kraujas, 3,6 % – viduriai, kt.) (Kliopova ir kt. 2013a). Galvijų atveju 38 % gyvūno masės netinkama naudoti žmonėms (4 % kraujo, 8 % kailio, 8 % skrandžio ir žarnynų turinio, 8 % kaulų, kiti žmonių vartojimui netinkami ŠGP – 10 %), vertinant paukščius 34,3 % paukščio masės yra netinkama žmonių vartojimui (bendri subproduktai 15,8 %, kraujas 3,5 %, plunksnos 6 %, drėgmė 9 %) (Maisto ir žemės ūkio organizacija). Vidutinis galvijo svoris – 500 kg (Vaičionis 2013), kaulės – 65 kg (Kliopova ir kt. 2013a), vištos – 2,9 kg.

Preliminarus kiaulių kaulų kiekis susidarantis Telšių r. sav. skaičiuojamas pagal 9 metodikos formulę:

$$\check{S}GP_K = \frac{5684 \cdot 65 \cdot 15,5}{1000 \cdot 100} = 57,27 \text{ t/m.}$$

Preliminarus netinkamos naudoti žmonėms kiaulių mėsos kiekis susidarantis Telšių r. sav. skaičiuojamas pagal 9 metodikos formulę:

$$\check{S}GP_K = \frac{5684 \cdot 65 \cdot 5,6}{1000 \cdot 100} = 20,69 \text{ t/m.}$$

Preliminarus kiaulių vidurių kiekis susidarantis Telšių r. sav. skaičiuojamas pagal 9 metodikos formulę:

$$\check{S}GP_K = \frac{5684 \cdot 65}{1000} \cdot \frac{3,6}{100} = 13,3 \text{ t/m.}$$

Preliminarus kiaulių kraujo kiekis susidarantis Telšių r. sav. skaičiuojamas pagal 9 metodikos formulę:

$$\check{S}GP_K = \frac{5684 \cdot 65}{1000} \cdot \frac{5,2}{100} = 19,2 \text{ t/m.}$$

Preliminarus galvijų kaulų kiekis susidarantis Telšių r. sav. skaičiuojamas pagal 11 metodikos formulę:

$$\check{S}GP_K = \frac{5037 \cdot 500}{1000} \cdot \frac{8}{100} = 201,8 \text{ t/m.}$$

Preliminarus galvijų kailių kiekis susidarantis Telšių r. sav. skaičiuojamas pagal 9 metodikos formulę:

$$\check{S}GP_K = \frac{5037 \cdot 500}{1000} \cdot \frac{8}{100} = 201,8 \text{ t/m.}$$

Preliminarus galvijų skrandžio ir žarnynų turinio kiekis susidarantis Telšių r. sav. skaičiuojamas pagal 9 metodikos formulę:

$$\check{S}GP_K = \frac{5037 \cdot 500}{1000} \cdot \frac{8}{100} = 201,8 \text{ t/m.}$$

Preliminarus netinkamos naudoti žmonėms galvijų mėsos kiekis susidarantis Telšių r. sav. skaičiuojamas pagal 9 metodikos formulę:

$$\check{S}GP_K = \frac{5037 \cdot 500}{1000} \cdot \frac{10}{100} = 251,85 \text{ t/m.}$$

Preliminarus galvijų kraujo kiekis susidarantis Telšių r. sav. skaičiuojamas pagal 9 metodikos formulę:

$$\check{S}GP_K = \frac{5037 \cdot 500}{1000} \cdot \frac{4}{100} = 100,74 \text{ t/m.}$$

Preliminarus paukščių bendrų subproduktų kiekis susidarantis Telšių r. sav. skaičiuojamas pagal 9 metodikos formulę:

$$\check{S}GP_K = \frac{56627 \cdot 2,9}{1000} \cdot \frac{15,8}{100} = 100,74 \text{ t/m.}$$

Preliminarus paukščių plunksnų kiekis susidarantis Telšių r. sav. skaičiuojamas pagal 9 metodikos formulę:

$$\check{S}GP_k = \frac{56627 \cdot 2,9}{1000} \cdot \frac{6}{100} = 9,85 \text{ t/m.}$$

Preliminarus paukščių kraujo kiekis susidarantis Telšių r. sav. skaičiuojamas pagal 9 metodikos formulę:

$$\check{S}GP_k = \frac{56627 \cdot 2,9}{1000} \cdot \frac{3,5}{100} = 5,75 \text{ t/m.}$$

Preliminarus paukščių drėgmės kiekis susidarantis Telšių r. sav. skaičiuojamas pagal 9 metodikos formulę:

$$\check{S}GP_k = \frac{56627 \cdot 2,9}{1000} \cdot \frac{9}{100} = 14,78 \text{ t/m.}$$

Lentelėje apačioje (žr. 13 lentelę) pateikiama skaičiavimų suvestinė, t.y. įvertinta atskirų gyvūnų rūšių skerdimu metu susidarantių ŠGP kiekis bei bendras kiekis.

11 lentelė. *Telšių r. sav. gyvulių skerdimo ir metu auginimo susidarantys preliminarūs ŠGP kiekiai, t/m.*

	Kiaulės	Galvijai	Paukščiai	Viso:
Kaulai	57,27	201,8		259,07
Vartoti netinkama mėsa	20,69	251,5		272,19
Viduriai	13,3			13,3
Skrandžio ir vidurių turinys		201,8		201,8
Kraujas	19,2	100,74	5,75	125,69
Kailiai		201,8		201,8
Plunksnos			9,85	9,85
Bendri subproduktai			100,74	100,74
Drėgmė			14,78	14,78

Įvertinus Telšių r. sav. susidarantiuos MA kiekius ir rūšys, toliau parenkami srautai, kurių tvarkymui bus siūlomos inovacijos. Nagrinėjami srautai: daugiabučių ir kitų organizacijų BSA srautas, apgyvendinimo ir maitinimo įmonių MA bei AB „Žemaitijos pienas“ išrūgų srautas.

4 TELŠIŲ RAJONO SAVIVALDYBĖS ESAMA MAISTO ATLIEKŲ TVARKYMO SISTEMA

Darbo II skyriuje pateikta metodika – algoritmas, pritaikytas Telšių rajono savivaldybėje (tekste – Telšių r. sav.) analizuojant maisto atliekų susidarymo srautus, jų esamą tvarkymo sistemą bei tobulinimo galimybes.

Svarbiausia Telšių r. sav. atliekų tvarkymo sistemos dalis – mechaninio biologinio apdoravimo (MBA) įrenginys. Mechaninės linijos našumas 50000 t/m., biologinės dalies 20000 t/m. Į šį įrenginį bus nukreipiamos Telšių regiono teritorijoje surinktos mišrios komunalinės atliekos. Prognozuojama, kad 2016 metais šis įrenginys apdoros 4367 tonas BSA. Laikotarpio pabaigoje bus pašalinta į sąvartyną iki 225 tonų komunalinių BSA (žr. 5 lentelę).

Naudojama technologija: KA srautas būgniniu separatoriumi padalinamas į tris skirtingos frakcijos srautus: 1) <20 mm; 2) 20-80 mm; 3) >80 mm. Frakcijoje nuo 20 – 80 mm – didelė dalis organinių medžiagų – nuo 70 iki 80 %. Ši atliekų dalis po metalų atskyrimo linijos pateks į biotunelius. Smulkioji frakcija (<20 mm) – mineralinės medžiagos, kurios iškart nukreipiamos į sąvartyną. Stambesnių nei 80 mm dalelių frakcija praleidžiama pro magnetus ir nemagnetinių metalų separatorius, kuriuose atskiriamos geležies ir nemagnetinių metalų turinčios medžiagos. BSA apdorojamos biotuneliuose, naudojant sauso fermentavimo technologiją (žr. darbo 1.4.8 poskyrių). Po anaerobinio apdoravimo gautas digestatas (raugas) vėliau kompostuojamas tuneliuose bei atvirai, po to, separatoriumi atskyrus priemaišas, gaunamas techninis kompostas (Hidroterra ir kt. 2010).

12 lentelė. *Telšių savivaldybės BSA tvarkymo prognozės (Telšių rajono savivaldybės taryba 2015)*

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Prognozuojamas BSA susidarymas rajone remiantis KA susidarymo prognozėmis, t/m.	6 084	6 052	6 001	5 951	5 902	5 852	5 803
Atskirai surinktų bei sukompostuotų BSA kiekis, t/m.	752	1 183	1 212	1 243	1 248	1 254	1 259
iš jų atskirai surinktų popieriaus, įskaitant pakuotes atliekas, atliekų kiekis, t/m.	193	195	197	199	201	203	205
MBA metu apdorotos ir vėlesniu etapu panaudotos atliekos, t/m.	0	2 075	4 367	4 290	4 219	4 147	4 076
Šalinimų BSA kiekis, t/m.	5 139	2 599	225	219	234	248	263

Telšių r. sav. skatinamas individualus BSA kompostavimas. Savivaldybėje išdalinta 3 269 vnt. kompostavimo konteinerių (kompostavimo dėžių tūris – 0,3 m³). Numatoma, kad dalis namų ūkiuose susidarantių BSA, įsk. žaliąsias MA, bus kompostuojama jų susidarymo šaltinyje ir taip bus sumažintas BSA šalinimas sąvartyne - iki 182 t/m. (Telšių rajono savivaldybės taryba 2015). Remiantis KTU aplinkos inžinerijos instituto atliktais tyrimais namų ūkiuose susidarantiuose BSA yra maždaug 72 % ŽA ir 28 % MA (Kliopova ir Stanevičiūtė 2013). Todėl namų ūkiuose sukompostuojamame ŽA kiekyje yra iki 131,04 t/m. ŽA ir 50,96 t/m. MA.

BSA kiekis, kurį galima surinkti ir sukompostuoti individualiuose namų ūkiuose apskaičiuojamas pagal vidutinio namų ūkio plotui tenkančių BSA kiekį. Ši reikšmė buvo nustatyta eksperimentiškai KTU APINI mokslininkų atlikto tyrimo metu. Tyrėjai nustatė, kad 0,06-0,1 ha ploto namų ūkyje, kuriame gyvena nuo 2 iki 5 asmenų, galima sukompostuoti 450 kg BSA. Taip pat pasigaminti 225 kg komposto savoms reikmėms, naudojant 700 l talpos kompostavimo konteinerius (Kliopova ir Stanevičiūtė 2013). Remiantis Telšių r. sav. atliekų tvarkymo planu, individualių namų yra apie 10 282 (Telšių rajono savivaldybės taryba 2015), o vidutinis namų ūkio plotas – 0,08 ha.

13 lentelė. BSA kompostavimo potencialas Telšių r.sav.

Individualių namų ūkių skaičius, vnt.	BSA norma namų ūkiui, kg/namų ūkiui	Pagaminamo komposto norma, kg/namų ūkiui	Sukompostuotų BSA kiekis, t/m.	Pagaminto komposto kiekis, t/m.
10 282	450	225	4326,9	2313,45

Nuo viešųjų teritorijų surinktos ŽA bei ŽA, kurios atgabena gyventojai kompostuojamos Telšių r. sav. ŽA kompostavimo aikštelėje (ŽAKA). Planuojama kompostuojant sutvarkyti iki 522 t/m. ŽA.

5 ATSKIRŲ MAISTO ATLIEKŲ SRAUTŲ SIŪLAMOS VALDYMO ALTERNATYVOS

Siekiant sukurti integruotą MA valdymo sistemą savivaldybei, pirmiausia analizuojami problematiniai srautai, ir jiems yra atliekamas detalus įvertinimas, taikant ŠG įvykdomumo analizės metodiką.

5.1 AB „Žemaitijos pienas“ išrūgų perdirbimo linijos alternatyva

Darbe susidarančių išrūgų perdirbimui siūloma kita alternatyva, negu šiuo metu planuojama diegti. Šiuo metu išrūgų tvarkymas nėra efektyvus, todėl siūloma nauja alternatyva/technologija. Siekiant maksimaliai panaudoti išrūgose esančias žaliavas, siūloma naudoti pažangias filtracijos technologijas tam, kad išskirti išrūgose esančius sacharidus, baltymus. Naudojant mikrofiltracijos, ultrafiltracijos, nanofiltracijos technologijas galima išskirti laktozę (efektyvumas 90 %), kazeiną ir kitus baltymus (efektyvumas 80 %), kurie gali būti realizuojami kaip aukštos pridėtinės vertės produktai, be to rezultate gaunamas vanduo, kuriame yra tik druskų (Das ir kt. 2015). Vadovaujantis naujausiais tyrimais vandens kiekį, kurį galima atgauti iš išrūgų – 47 % (Meneses ir Flores 2016). Toks vanduo priklausomai nuo jo charakteristikų, gali būti panaudojamas dar kartą.

AB „Žemaitijos pienas“ susidaro 137040 m³ išrūgų per metus. Kadangi Lietuvos įmonėse maždaug 21 % šių nuotekų yra perdirbama, darome prielaidą, kad planuojama išrūgų perdirbimo linija apdoros taipogi 21 % šių nuotekų ir tai sudarys 28778,4 m³/m. išrūgų.

Likusiam kiekiui - 108261,6 m³ apdoroti siūloma įdiegti filtracijos technologiją.

Iki 4,5-5 g/100mL nuo išrūgų tūrio sudaro laktozė, iki 0,6-0,8 g/100mL - tirpus baltymai ir riebalai, įsk. iki 80 proc. – kazeiną (nuo 0,4-0,5 g/100mL). išrūgų žaliavinis potencialas pateiktas 14 lentelėje. (Das ir kt. 2015).

14 lentelė. AB „Žemaitijos pienas“ išrūgų žaliavinio potencialo įvertinimo rezultatai (Das ir kt. 2015)

	Pridėtinės vertės produkto kiekis t/100 m ³	Pridėtinės vertės produktų kiekis, t/m.	Atgautas kiekis naudojant filtracijos technologijas, t/m.
Laktozė	4,75	5142	4628,18
Baltymai	0,7	758	606,26
Kazeinas	80 ¹	606,3	485,01

Pastaba: ¹Procentas nuo bendro baltymų kiekio.

Gauta laktozė (iki 4628,18 t/m.) gali būti panaudojama gliukozės ar galaktozės gamybai, o baltymai turi plačias pritaikymo galimybes maisto ir vaistų pramonėje. Kazeinas plačiai naudojamas maisto papildų gamybai.

Parinkamas įrenginio našumas - 150 m³/val. Remiantis UAB „Jurby WaterTech“ projektu maisto pramonėje diegimo patirtimi, projekto įgyvendinimas gali siekti iki 12,5 mln. eurų. Projekto įgyvendinimo metu turi būti naudojama farmacinės klasės technologinius vamzdinius, sklendes, membranas, siurblius, matavimo įrangą, įvertinant aukštą automatizacijos lygį, cheminių reagentų sąnaudas, paleidimo derinimo darbus,

programavimą, montavimą ir atliekami darbuotojų apmokymai. Projekto įdiegimas leistų kasmet taupyti iki 16370994 EUR. Projekto atsipirkimo trukmė - 0,76 metų.

Galutiniame rezultate gaunamas valytas vanduo, kuriame yra likę tik druskos. Toks vanduo gali būti gražinamas atgal į technologinį procesą, prieš tai minimaliai jį apdorojus.

15 lentelė. AB „Žemaitijos pienas“ pajamos, parduodant iš išrūgų gaminamus produktus

Pridėtinės vertės produktas	Pridėtinės vertės produkto kiekis, t/m.	Pridėtinės vertės produkto kaina, eur/kg	Pridėtinės vertės produkto vertė, eur/m.
Laktozė	4628,18	3	13884540
Baltymai	606,26	5	3031300
Viso:			16915840

16 lentelė. ŠG inovacijos aplinkosaugos ir ekonominio preliminarus vertinimo rezultatai

Srautai	Mat. Vnt.	Situacija iki ŠG			Situacija po ŠG			Sutaupoma, sumažėja	
		Vnt./m.	EUR/vnt.	EUR/m.	Vnt./m.	EUR/vnt.	EUR/m.	Vnt./m.	EUR/m.
BSA - išrūgos	m ³	108262	0,725	78490	0	0	0	108262	78490
Vanduo	m ³	50883	1,03	52410					52410
Elektros energija	kWh	-	-	-	4476360	0,127	568498		-568498
Reagentų sąnaudos:									
H ₂ SO ₄ (93%)	kg				1260,75	2,42	3051		-3051
NaOH (46%)	kg				172,3	2,42	417		-417
NaClO (15%)	kg				681	1,45	988		-988
Antiskalantas	kg				1299	3,46	4495		-4495
NaHSO ₃ (30%)					28,86	1,69	49		-49
HCl (12%)					219,7	0,87	191		-191
NaOH (15%)					221,4	1,16	257		-257
Pajamos	t	-	-	-			16915840		16915840
Darbuotojų atlyginimai					4	24000	96000		-96000
Darbuotojų mokymai					36	50	1800		-1800
Iš viso sutaupoma:								16370994	

Pastabos:

- Lentelėje pateiktos kainos – EUR be PVM;
- Nuotekų ir vandens kaina priimta pagal UAB „Telšių vandenys“ kainodarą <http://www.telsiuvandenys.lt/index.php/lt/informacija/paslaugukainos>: 0,67 EUR/m³ + 0,055 EUR/m³;
- Inovacijoje vertiname, kad likusios nuotekos neutralizuojamos ir panaudojamos gamyboje (pvz., įrenginių plovimui). Tokiu būdu sutaupoma vandens – 50883 m³/m;
- Regentų sąnaudos skaičiuojamos vadovaujantis UAB „Jurby WaterTech“ duomenimis;
- Instaliuota galia preliminariai parinkta remiantis UAB „Jurby WaterTech“ panašaus našumo ir sudėties projektais.

Toliau siekiant įvertinti AB „Žemaitijos pienas“ išrūgų perdirbimo linijos alternatyvą atliekama SSGG analizė. Jos tikslas pabrėžti siūlomos inovacijos stipriąsias ir silpnąsias vietas, galimybes ir grėsmes visose alternatyvos diegimo fazėse, taip pat po projekto įdiegimo.

<p>Stiprybės:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Atliekų panaudojimas aukštos pridėtinės vertės produktų gamybai; 2. Aukštųjų technologijų naudojimas atliekų tvarkyme; 3. Mažos įrenginio energijos sąnaudos; 4. Valomas ir taip taupomas vanduo, kurio vertė vis kyla. 	<p>Silpnybės:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kvalifikuotos darbo jėgos poreikis; 2. Išlaidos rinkos tyrimams ir marketingui
<p>Galimybės:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Galimybė įsiliesti į maisto papildų gamybos rinką; 2. Galimybė naudoti skirtingas technologijas išrūgų apdirbimui ir taip gaminti daugiau skirtingų produktų; 3. Išvalyto vandens gražinimas atgal į technologinius procesus, po minimalaus valymo. 	<p>Grėsmės:</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Atliekos susidaro kituose atgautų žaliavų 4. apdirbimo etapuose; 5. Naujai gaminamų produktų paklausos mažėjimas

5.2 Pirminis biologiškai skaidžių atliekų rūšiavimas ir Telšių regiono MBA infrastruktūros pritaikymas atskirtų srautų apdorojimui

Plečiant atliekų tvarkymo sistemą Lietuvoje, pagrindinis uždavinys iki 2020 m. – užtikrinti komunalinių BSA kiekio sąvartynuose sumažinimą pagal ES Sąvartynų direktyvos tikslus ir VATP nustatytas užduotis. Siekiant įgyvendinti BSA tvarkymo tikslus, Lietuvos respublikos regionuose diegiami BSA tvarkymo planai, kuriuose numatytas maksimalus ŽA, artinių žaliavų, įsk. BSA (PK ir PK pakuotė, TA) pirminis rūšiavimas, likusiam KA srautui įdiegti (diegiami) MBA, kuriose numatytas antrinis rūšiavimas antrinių žaliavų be atskirtos BSA frakcijos intensyvus apdorojimas (anaerobinis arba aerobinis), atitinkamai gaminant biodujas ir raugą arba kompostą. Tokiu būdu gautas kompostas – techninis ir turi labai ribotą pritaikymą. Dėl jame esančių priemaišų kompostas gali būti naudojamas tik sąvartyno sekcijų perdengimui, pažeistų teritorijų rekultivavimui ar pakelių apželdinimui. Dar papildomai reiktų panaudoti nemažai energijos (sijojimui ir kompostavimui su ŽA), kad šis kompostas galėtų būti taikomas energetinių augalų auginimui (Staniškis ir kt. 2016). Be to augalo augimo metu išgautos dirvožemio mineralinės medžiagos negražinamos atgal į dirvožemį, o kaupiamos kaip techninis kompostas. Negražinant šių mineralinių, organinių medžiagų su kompostu atgal į dirvožemį jo savybės yra bloginamos.

Sukonkretintos užduotys pateikiamos VATP prieduose. Juose nurodoma, kad turi būti organizuojamas atskiras maisto/virtuvės atliekų rūšiuojamasis surinkimas, o vykdymo terminas – 2018 metai (Telšių rajono savivaldybės taryba 2015). VATP tai pat nurodoma teikti finansinę paramą BSA surinkimo ir tvarkymo infrastruktūros sukūrimui ir plėtrai, įskaitant ir bandomųjų BSA rūšiuojamojo surinkimo ir tvarkymo projektų vykdymą (Telšių rajono savivaldybės taryba 2015).

Siekiant įvykdyti VATP keliamus reikalavimus bei gerinti MBA įrenginiuose gaminamo komposto (raugo) savybes ir taip sprendžiant aplinkosaugines problemas, siūloma optimizuoti Telšių regiono MBA, dalinai pritaikant jį pirminio rūšiavimo būdu atskiro komunalinių BSA (MA ir ŽA) srauto tvarkymui.

Skaičiavimai atliekami priimant, kad Telšių r. sav. MA ir ŽA 50 % efektyvumu bus surinktos iš daugiabučių namų gyventojų bei kitų organizacijų. Atskirai surinktos BSA bus apdorotos Telšių regiono MBA tam skirtose esamuose fermentavimo tuneliuose, kaip atskiras srautas (žr. 7 ir 8 lenteles). Šių atliekų atskiram surinkimui numatyta žalių (arba kitos spalvos maišelių)/juodų maišelių metodas su tikslu, kad gyventojai ir organizacijos žalius maišelius naudos tik MA ir ŽA srautams šalinti, o juodus - likusioms atliekoms. Žalius maišelius, siekdama skatinti gyventojus rūšiuoti, teks Telšių regiono atliekų tvarkymo centras (TRATC). Siūloma parinkti ZipLoc biodegraduojančius sandarūs maišelius, kurie pritaikyti MA (ZipLoc).

Žalių/juodų maišelius metodas leistų 100 % panaudoti esamą atliekų surinkimo infrastruktūrą.

Šiuo metu su KA srautu šalinamos apgyvendinimo ir maitinimo įstaigų MA tai pat galėtų būti surenkamos atskirai ir apdorojamos tam skirtose esamuose fermentavimo tuneliuose Telšių regiono MBA įrenginiuose.

Atliekų sudėties pokyčiai bendrame KA sraute ir atskirai surenkamas BSA (MA ir ŽA) kiekis pateikiamas 17 lentelėje (žr. 17 lentelę).

17 lentelė. *Telšių r. sav. komunalinių BSA srauto ŽA ir MA kiekis*

BSA	BSA KA sraute prieš MA ir ŽA išskirimą, t/m.	% nuo KA į MBA	BSA KA sraute po MA ir ŽA atskirimo, t/m.	% nuo KA į MBA	Atskirtas srautas, t/m.
Maisto atliekos	19664	39,49	17633	36,97	2030,65
Žaliosios atliekos	2358	4,74	2294	4,81	64,44
Popieriaus ir kartono atliekos	2901	5,83	2901	6,08	
Tekstilės atliekos	1097	2,20	1097	2,30	

Telšių regiono patobulintų MBA įrenginių medžiagų ir energijos srautų diagrama pateikta 11 paveiksle. Juodiems ir žaliems maišeliams surinkti bus naudojamas jau esamas atliekų priėmimo bunkeris. Atskyrus didžiąsias (1630 t/m.) ir pavojingas atliekas (190,4 t/m.), toliau maišeliai pagal spalvą bus atskiriami NIR metodu veikiančiame separatoriuje, bus sudaromi du atliekų srautai: pirmasis - mišrių KA srautas – iki 43934 t/m., antrasis - MA ir ŽA srautas - iki 1938 t/m. Šiems srautams apdoroti bus sukuriami du atskiri MBA veikimo režimai. Pirmasis jų, kuris veiks didžiąją dalį laiko – mišrų KA apdorojimo režimas. Šiuo atveju KA juoduose maišeliuose tuoj po NIR pagrindu veikiančio separatoriaus bus nukreipiamos į esamos MBA linijos įrenginius, kur bus apdorojamos pagal numatyta technologiją.

NIR metodu veikiamu įrenginius atskirti žali maišeliai bus nukreipiami į žalių maišelių bunkerį, kurio saugojimo pajėgumas – iki 2 t. Pasiekus dviejų tonų ribą, sistema keičia režimą iš mišrių KA apdorojimo į MA ir ŽA apdorojimo režimą. Pasileidus antram režimui, BSA žaliuose maišeliuose pradedamos transportuoti iš MA ir ŽA bunkerio į maišelių praplėšėją. Veikiant antrajam režimui, NIR separatorius nebus stabdomas, jis toliau

veiks. Veikiant šiuo režimu, žali maišeliai bus paduodami į maišelių praplėšėję, o juodi bus numetami atgal į atliekų priėmimo bunkerį.

Toliau 1938 t/m. BSA srautas (gabamas atviru transporteriu) nukreipiamas į konteinerius, pripildyti konteineriai vėliau transportuojami į biologinio apdorojimo bloką. Siūloma prie šio transporterio pastatyti darbuotoją su respiratoriumi, kuris išrinktų stambias nebiodegraduojančias priemaišas ir nukreiptų į SRF srautą. Kartu su atskirai surinktomis maitinimo ir apgyvendinimo įstaigų ŠGP (iki 117,22 t/m.) šis srautas nukreipiamas į esamus Bekon sauso fermentavimo tunelius (vienas 4000 t BSA/m. našumo tunelis bus skirti fermentuoti MA ir ŽA iš žalių maišelių bei MA srautą iš kavinių ir apgyvendinimo įstaigų). Prieš tai šias pakankamai drėgnas atliekas (drėgnis iki 64,5 %) siūloma sumaišyti su ŽA (drėgnis 30 %) iš ŽAKA, kurio operatorius taip pat - TRATC.

Po fermentavimo gautas raugas, kompostuojamas esamose intensyvaus kompostavimo tuneliuose, brandinamas, separuojamas, ir taip gaminamas geros kokybės kompostas – iki 1206,9 t/m. Po separavimo gali susidaryti ir 38,76 t/m. lengvosios SRF frakcijos. Skaičiuotinas ŽA iš ŽAKA kiekis tam, kad pasiekti maišytų atliekų drėgnį 50 % lygų - 436 t/m. Būtent toks drėgnis turi būti užtikrintas, taikant įdiegtą Bekon sauso fermentavimo technologiją (Bekon). Tai vienintelė technologinė sąlyga, kuri turi būti tenkinama apdorojant BSA Bekon sauso fermentavimo tuneliuose. Ši technologija pakankamai universali, tinka įvairios prigimties BSA srautams (Bekon).

Darbe įvertinta, kad fermentuojant išrūšiuotą MA ir ŽA srautą, galima išgauti iki 284316 m³/m. biodujų, iš kurių esamoje kogeneracinėje jėgainėje bus pagaminama 597,06 MWh/m. elektros energijos ir 818,83 MWh/m. šiluminės energijos. Bus pagaminama 1206,9 t/m. biokomposto. Analizės metu nustatyta, kad atskirai surinktų BSA biodujų potencialas yra didesnis (žr. 18 lentelę).

Alternatyvios energijos gamybos MBA įrenginiuose prieš inovacijos įdiegimą (esama situacija) ir po inovacijos įdiegimo (planuojama situacija) lyginamoj analizė pateikta 10 paveiksle. Iki inovacijos įdiegimo planuojama, kad kasmet bus gaminama 3662,66 MWh/m. elektros energijos ir 5023,1 MWh/m. šilumos energijos. Įvertinta, kad įdiegus inovaciją, gaminamos elektros energijos kiekis padidės iki 3942 MWh/m., šilumos energijos – iki 5406 MWh/m.

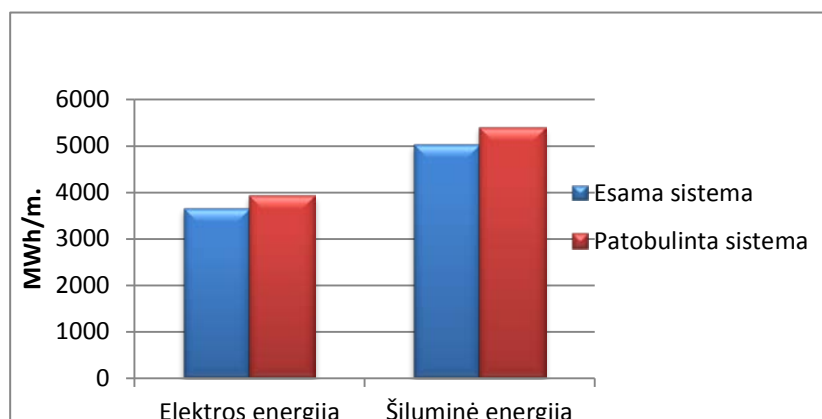
Inovacijos medžiagų srautų vertinimas pateikiamas 18 lentelėje. Šioje lentelėje įvertinama nemokamai dalinamų ZipLoc biodegraduojančių hermetiškų maišelių kaina, skaičiuojamos papildomos dyzelino sąnaudos dėl ŽA iš ŽAKA transportavimo ir padidėjusio separuojamo komposto kiekio, įvertinami padidėjusios MBA energijos sąnaudos, taip pat nuotekų kiekis. Apskaičiuojami elektros ir šilumos energijos sutaupymai. Vertinamas biokomposto ir techninio komposto kiekis ir kaina. Visi parametrai vertinami situacijai prieš ir po MBA patobulinimo.

18 lentelė. Telšių regiono MBA įrenginiuose gaminamų biodujų išėiga prieš ir po patobulinimo

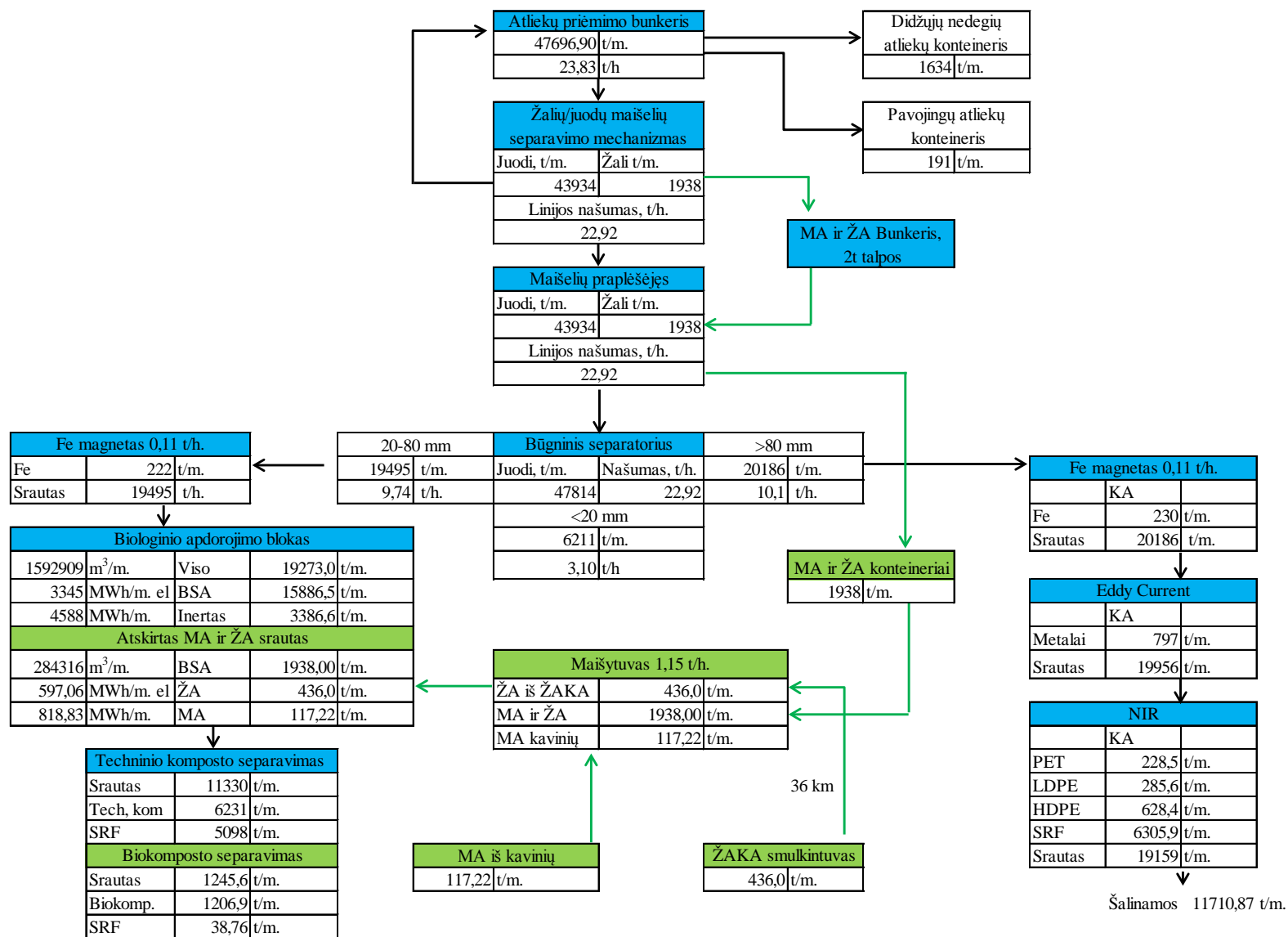
	Esamas MBA	Patobulintas MBA		
MA kiekis, t/m.	14683	13313	2030,65	
SM (%)	35	35	35,00	
SM org. (%)	75	75	80,00	
sujrimas %SMorg	85	85	85,00	
SM (t/m)	5139	4660	710,73	
SM org. (t/m)	3854	3495	568,58	
sujrimas SMorg (t/m)	3276	2970	483,30	
Biodujų produkcija (m ³ /t suj. SM org)	480	480	480	
Biodujų produkcija (m³/m)	1572532	1425814	231982	ŽA iš ŽAKA
ŽA kiekis, t/m.	1643	1605	64,44	436
SM (%)	50	50	50	70
SM org. (%)	60	60	60	60
sujrimas %SMorg	55	55	55	55
SM (t/m)	821,65	803	32	305
SM org. (t/m)	492,99	482	19	183
sujrimas SMorg (t/m)	271	265	11	101
Biodujų produkcija (m ³ /t suj. SM org)	470	470	470	470
Biodujų produkcija (m³/m)	127438	124506	4998	47337
P, t.m.	1051	1056		
SM (%)	60	60		
SM org. (%)	70	70		
sujrimas %SMorg	40	40		
SM (t/m)	631	634		
SM org. (t/m)	442	444		
sujrimas SMorg (t/m)	177	177		
Biodujų produkcija (m ³ /t org)	250	250		
Biodujų produkcija (m³/m)	44155	44350		
Viso biodujų, m ³ /m.:	1744125	1878986		

Pastabos:

1. Biodujų produkcija skaičiuojama pagal 11 metodikos formulę;
2. Atskirai surinkto MA srauto SMorg. reikšmė parenkama pagal Zhango ir kt. (2012) mokslinį tyrimą (Zhang ir kt. 2012).
3. Atskirai surinkto srauto SM reikšmė parenkama pagal Bernstado ir kt. (2012) mokslinį tyrimą (Bernstad ir la Cour Jansen 2012).
4. Vertinimo metodika parinkta pagal (Hidroterra ir kt. 2010).



10 paveikslas. Elektros ir šiluminės energijos gamybos pokytis po inovacijos įdiegimo Telšių regiono MBA įrenginiuose prieš inovacijos įdiegimą ir įdiegus siūlomą inovaciją



11 paveikslas. Telšių regiono patobulintų MBA įrenginių medžiagų ir energijos srautų diagrama

19 lentelė. Telšių regiono MBA įrenginių medžiagų ir energijos pokytis prieš inovacijos įdiegimą ir įdiegus siūlomą inovaciją

Srautai proceso (įrenginio) įėjime ir išėjime, srautų dimensija	Sąnaudos prieš projekto įdiegimą			AAI _{iki}	Sąnaudos po projekto įdiegimo			AAI _{po}	Sutaupoma (sumažėja) (S)		AAV – aplinkos augos veiksmingumas
	Vnt./m.	eur/vnt.	eur/m.		Vnt./m.	eur/vnt.	eur/m.		Vnt./m.	eur/m.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Žaliavos, t:											
KA srautas	49572				47697						
MA+ŽA iš KA srauto					1978						
MA kavinių					117						
ŽA iš ŽAKA (pvz.: miškų kirtimų atliekos)					436,00						
ZipLoc biodegruojantys hermetiški maišeliai					14677	2,77	40655			-40655	
Dyzelinas ŽA transportavimui iš ŽAKA, l	0	0,86			210	0,86	180,6			-180,6	
Dyzelinas techninio komposto/biokomposto separavimui, m ³	39,7	0,86	34139		44,08	0,86	37907		-4,38	-3768	
Energijos gamyba:											
Šiluminė energija, MWh	5023	0,03083	154836,4	0,10133	5406,4	0,03083	166652,5	0,10789	383,3	11816	0,007
Elektros energija, MWh	3663	0,116	424869	0,074	3942	0,116	457292	0,079	227	26319	0,005
Elektros energijos sąnaudos, MWh	1362	0,116	157946		1414	0,116	164051		53	6104	
Produktas, t:											
Techninis kompostas	7367	10	73666		6231	10	62314			-11352	
Biokompostas 1, m ³					1593	60	95592			95592	
Nuotekos, m ³	2117				2252				135		
									Viso:	83876	eur/m.

Pastabos:

1. Aplinkos apsaugos veiksmingumo indikatoriai (AAI) ir aplinkos apsaugos veiksmingumas (AAV) skaičiuojamas pagal 16,17 ir 18 metodikos formules;
2. Šilumos ir elektros energijos kiekis vertinamas pagal 12 metodikos formulę;
3. Pajamos dėl elektros energijos gamybos efektyvumo padidėjimo skaičiuojamos, vertinant išlaidais elektros energijai MBA įrenginių veikimui;
4. Vertinama, kad papildomai pagaminta šilumos energija bus parduodama į šilumos tinklus pagal metinę vidutinę UAB „Telšių šiluma“ kainą.

MBA įrenginių patobulinimo investicijų vertinimas pateiktas lentelėje žemiau.

20 lentelė. *Telšių regiono MBA įrenginių patobulinimui reikalingos įrangos ir darbų sąmata*

	Atliekami darbai / įrangos vertė	Preliminari kaina, eur be PVM
1	Projektavimo darbai	3649
2	SCADA programavimo darbai	628
3	NIR pagrindu veikiantis separatorius	247000
4	Uždaras konteineris maisto ir žaliosioms atliekoms	600
5	Transporteriai	80000 ¹
6	Elektrotechnika-automatika	900
7	Elektrotechnika-automatikos sumontavimas	
8	Montavimas	1320
9	VISO:	334097

Pastaba:

¹ priimama, kad transporterių kaina lygi 20 % nuo bendros transportavimo linijos kainos.

Apskaičiavus projekto pinigų srautus pagal 13 metodikos formulę atliekami projekto atsipirkimo trukmės skaičiavimai:

$$AT = \frac{334097}{83876} = 3,98 \text{ metų}$$

Siekiant tiksliau įvertinti projekto finansinį efektyvumą pagal 14 metodikos formulę atliekami grynosios dabartinės vertės skaičiavimai ($t = 7$ m):

$$GDV = -334097 + \frac{83876}{(1+0,017)^1} + \frac{83876}{(1+0,017)^2} + \frac{83876}{(1+0,017)^3} + \frac{83876}{(1+0,017)^4} + \frac{83876}{(1+0,017)^5} + \frac{83876}{(1+0,017)^6} + \frac{83876}{(1+0,017)^7} = 210731$$

Diskonto norma įvertinama pagal 15 metodikos formulę. $n_r = 2,8\%$, $i_r = 1\%$.

$$r = (0,028 - 0,01) / (1 + 0,01) = 0,017$$

Atlikus projekto kreditavimo skaičiavimus, nustatyta, kad projektas finansiškai naudingas.

Toliau pateikta Telšių regiono MBA įrenginių patobulinimo alternatyvos SSGG analizė: nustatomos šios alternatyvos stiprybės, silpnybės, galimybės ir grėsmės.

Stiprybės:	Silpnybės:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Gaminamas biokompostas, iki 1206,9 t/m.; 2. Pagaminama 165 tūkst. m³ daugiau biodujų; 3. Panaudojamos ŽA ir energetinės ir medžiaginės savybės; 4. ŽAKA ir MBA tas pats operatorius; 5. Naudojama esama infrastruktūra su minimaliais pakeitimais. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gyventojų abejingumas rūšiavimui; 2. Gyventojų techninės klaidos, rūšiuojant MA
Galimybės:	Grėsmės:
<ol style="list-style-type: none"> 1. 98,8 % Telšių r. sav. gyventojų, gyvena Telšiu mieste, didelės galimės surinkti iš daugiabučių dar daugiau negu 50 % BSA; 2. Dėl Bekon technologijos universalumo galimybės apdoroti restoranų MA (įsk., pasibaigusio galiojimo daržoves ir vaisius); 3. Galimybė naudoti miško kirtimo atliekas; 4. VATP nurodo skirti 5.8 mln. EUR atskiram maisto/virtuvės atliekų surinkimui; 5. Galimybė didinti perdirbamų MA kiekį. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Didėjant atskiram BSA srautui į BA reikia daug ŽA, tam, kad pasiekti atliekų drėgnumą iki reikiamo 50 % lygio; 2. TRATC dalinamų maišelių naudojimas ne pagal paskirtį; 3. Metano dujų susidarymas hermetiškuose maišeliuose.

5.3 Maisto atliekų tvarkymo kavinei „Branša“ alternatyva

MA tvarkymui šaltinyje alternatyva – Oklin Green Good kompostavimo įrenginiai, kurie, gamintojo duomenimis, gali sumažinti MA tūrį 80-90 % per 24 valandas, papildomai naudojant ACIDULOTM mikroorganizmus (Biowaste technologies). Toks įrenginys, MA apdorojimui šaltinyje, siūlomas vienai Telšių savivaldybės kavinei-moteliui – „Branša“, kuri vienu metu vien kavinėje gali talpinti 130 žmonių. Priimama prielaida, kad ši kavinė-motelis dirba 30 % pajėgumu ir kas dieną efektyviai išnaudojama 40 vietų. Naudojant Oklin įrangos tiekėjų praktika, 40 vietų kavinėje susidaro 25-30 kg/d. arba 10 t/m. MA. Remiantis įrangos tiekėjų rekomendacijomis, tokio dydžio kavinei parenkamas GG 10S kompostavimo įrenginys, kurio energijos sąnaudos - 350-510 kWh/mėn. (Oklin). Vertinimui priimame, kad įrenginys sunaudotų 5160 kWh/m. elektros energijos. Tokiu atveju elektros energijos sąnaudos pagal energijos tarifą kavinėms (0,125 eur/kWh) būtų 645 eurų/m., įskaitant PVM. Tokio įrenginio įsigijimo kaina - 9922 eurų (su PVM). Įvertinus ŠGP tvarkymo įkainius maitinimo įstaigoms, toks įrenginio įsigijimas gali būti ekonomiškai pagrįstas. 10 tonų ŠGP sutvarkymas metams, įvertinus aptarnavimo mokestį, kainuotų 4461,13 eurų (su PVM), be to ŠGP atliekas kavinėje reikia laikyti šaldytuve ir papildomai sunaudoti iki 300 kWh/m. elektros energijos, kas yra lygu 37,5 eur/m. Be to, ši kavinė yra visai šalia (apie 800 m) Telšių savivaldybės ŽAKA, kas palengvina ir atpigina pirminio biokomposto, kurio kiekis siekia 2 t/m. transportavimą į ŽAKA tolimesniam jo apdorojimui - brandinimui. Kadangi atstumai iki ŽAKA labai maži, dyzelinio kuro sąnaudos 0,16 t pirminio komposto transportavimui,

labai nedidelės ir sudarytų iki 200 l/mėn. Bet kadangi šiuo metu gautos atliekos taip pat transportuojamos, tai dyzelinio kuro sąnaudos ir dėl jų daromas poveikis aplinkos orui (iš mobilių taršos šaltinių) šioje inovacijos nevertinamas.

Tokio tipo įrenginys, efektyviai mažindamas BSA turį į aplinkos orą išmeta nemažai skirtingų teršalų. Šią problemą padeda minimizuoti į įrenginį montuojami biofiltrai, kurie proceso metu susidarantių teršalų kiekį, priklausomai nuo jų prigimties, gali sumažinti nuo 50 iki 90 %. Teršalai ir jų kiekiai pateikiami lentelėje apačioje (žr. 20 lentelę). Oklin Green Good duomenimis, biofiltro periodinis keitimas nereikalingas, užtenka 2 kartus per metus jį praplauti vandenyje (Biowaste technologies).

21 lentelė. Oro teršalų ir ŠESD mažinimas naudojant intensyvių kompostavimą su biofiltru

ŠESD ir oro teršalai (¹ emisijų faktoriai)	Prieš biofiltrą, kg	Po biofiltro, kg
ŠESD:		
CH ₄ (2,8 CH ₄ /t BSA)	28	9,52
N ₂ O (0,0805 kg N ₂ O /t BSA)	0,805	0,0805
CO ₂ (365 kg CO ₂ /t BSA(SM))	1227,5	1227,5
Teršalai:		
NH ₃ (0,53 kg /t BSA)	5,3	0,264
LOJ (24 g/t BSA be filtro, 12 g/t BSA su filtru)	0,24	0,12
CO (0,069 kg/t BSA)		0,69

Pastaba:

¹Skaičiavimai atliekami, naudojant emisijų faktorius pagal (LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorija ir EcoIri Solution 2016).

Tokios inovacijos įdiegimas kavinėje, visų pirma yra ekonomiškai naudingas, nes atsipirkimo trukmė yra mažiau negu 3 metai. Tokiu būdu apdorojant atliekas yra užtikrinama, kad BSA iš kavinės nepateks į sąvartyną, o iš gauto pirminio komposto dar bus pagamintas kokybiškas produktas – bio-kompostas.

22 lentelė. Intensyvaus MA kompostavimo kavinėje „Branša“ aplinkosauginio ir ekonominio įvertinimo rezultatai

Srautai	Mat. Vnt.	Situacija iki ŠG			Situacija po ŠG			Sutaupoma, sumažėja	
		Vnt./m.	EUR/vnt.	EUR/m.	Vnt./m.	EUR/vnt.	EUR/m.	Vnt./m.	EUR/m.
BSA - MA	t	10	446,11	4461,10	0	0	0	10	4461,10
Elektros energija	kWh	300	0,125	37,50	5160	0,125	645	- 4860	-607,50
¹ Biokompostas (apželdinimui)	t	0,8	160	128	-	-	-	0,8	128
Oro teršalai	kg	-	-	-	1,1	-	-	-1,1	-
CO ₂ ekv.:	t	-	-	-	1,8	-	-	1,8	-
Iš viso sutaupoma:								3981,60	

Pastaba: ¹kavinė pavasari iš Telšių ŽAKA nemokamai galės paimti biokomposto.

Projekto investicijų atsipirkimo trukmė vertinama pagal 13 metodikos formulę:

$$AT = \frac{9922}{3981,60} = 2,5 \text{ metų}$$

Siekiant tiksliau įvertinti projekto finansinį efektyvumą pagal 14 metodikos formulę atliekami grynosios dabartinės vertės skaičiavimai (žr. 16 formulę) ($t = 7$ m).

$$GDV = -9922 + \frac{3853,6}{(1+0,017)^1} + \frac{3853,6}{(1+0,017)^2} + \frac{3853,6}{(1+0,017)^3} + \frac{3853,6}{(1+0,017)^4} + \frac{3853,6}{(1+0,017)^5} + \frac{3853,6}{(1+0,017)^6} + \frac{3853,6}{(1+0,017)^7} = 15309$$

Toliau atliekama kavinės „Branša“ BSA tvarkymo alternatyvos SSGG analizė. Nustatomos šios alternatyvos stiprybės, silpnybės, galimybės ir grėsmės:

Stiprybės:	Silpnybės:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Kavinėje nesusidaro atliekų; 2. Greta esantį ŽAKA puikiai tinka tolimesniam pirminio komposto brandinimui; 3. Sumažėja išlaidos už MA (ŠGP) tvarkymą. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reikalinga papildoma vieta kavinėje; 2. Papildomai sunaudojama nemažai elektros energijos.
Galimybės:	Grėsmė:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Nemokamai naudoti kompostą kavinės – motelio apželdinimo tikslams. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplinkos oro tarša.

5.4 Telšių rajono savivaldybės biologiškai skaidžių atliekų valdymo sistemos patobulinimas

Paveiksle apačioje (žr. 12 paveikslą) pateikiama Telšių rajono savivaldybei siūlomą integruoto maisto atliekų valdymo sistema. Sistema buvo sukurta remiantis atliktomis atskirų MA srautų valdymo alternatyvų įvykdomumo analize. Didžiausias siūlomos sistemos privalumas - maksimalus pritaikymas esamai atliekų tvarkymo sistemai.

Kuriant sistemą, ypatingas dėmesys buvo skiriamas MA iš KA srauto, kavinių ir apgyvendinimo įstaigų bei kitų organizacijų. Analizuoti srautai prioritetiniais buvo pasirinkti dėl to, kad sistemą būtų lengviau pritaikyti kitoms savivaldybėms, nes šių BSA tvarkymo problematika aktualu visuose Lietuvos savivaldybėse.

Atliekant skaičiavimus buvo priimta prielaida, kad 50 % komunalinių BSA (ŽA ir MA), susidarantių Telšių r. sav. daugiabučiuose ir organizacijose, bus atskirta pirminiu rūšiavimo būdu ir apdorojama, kaip atskiras atliekų srautas, maksimaliai išnaudojant esamą KA tvarkymo infrastruktūrą. Integruoto atliekų

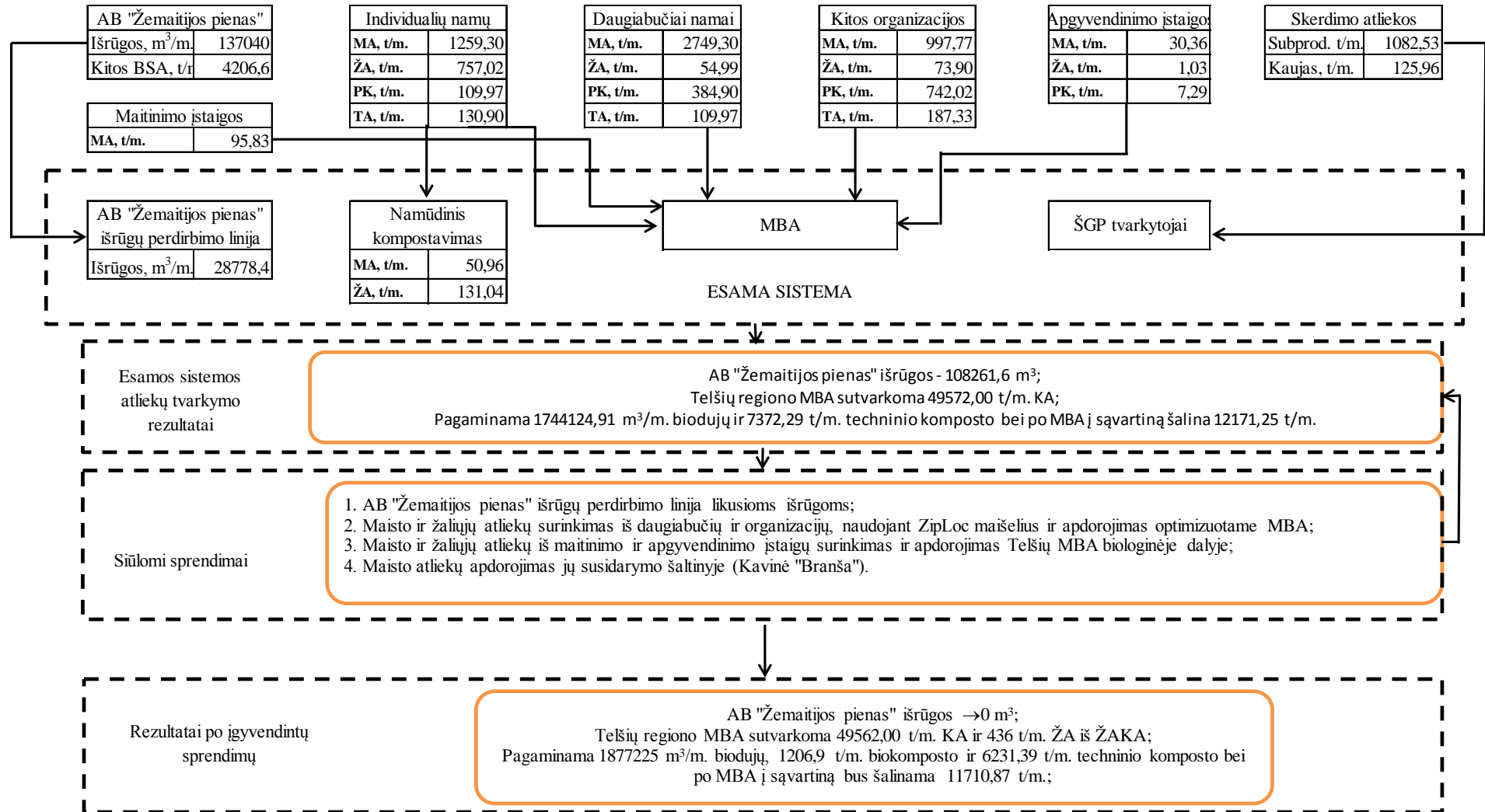
valdymo sistemoje šie srautai pirmiausia nukreipiami į mechaninę atliekų apdorojimo grandį tam, kad atskirti galimas priemaišas, po to apdorotas srautas nukreipiamas į biologinio apdorojimo dalį, prieš tai šį srautą dalinai sumaišant su ŽA iš ŽAKA tam, kad pasiekti 50 % atliekų drėgno.

Sistemoje buvo įvertintas atskiras MA surinkimas iš kavinių ir apgyvendinimo įstaigų ir apdorojimas kartu su atskirtu komunaliniu BSA (MA+ŽA) srautu Telšių regiono MBA įrenginiuose. Buvo vertinama, kad atliekų surinkimą atliks II ir III kategorijų ŠGP tvarkytojai, kurie atsakingi tik už šių atliekų gabenimą.

Analizuojant alternatyvą – MA (ŠGP) susidarymas ir apdorojimas kavinėje „Branša“, buvo nustatyta, kad naudojant rinkoje siūlomą Oklin Green Good intensyvaus kompostavimo technologiją, MA kiekį galima sumažinti iki 80 proc. Kavinėje kas mėnesį būtų pagaminta 0,17 t pirminio bio- komposto, kuris galėtų būti nesunkiai transportuojamas į Telšių ŽAKA brandinimui.

Schemoje taip pat numatyta, kad dalis AB „Žemaitijos pienas“ susidariusių išrūgų (iki 108261,6 m³/m.) bus perdirbama, maksimaliai regeneruojant jų gerąsias medžiagines savybes ir gaminant aukštos pridėtinės vertės produktus (4628,18 t/m. laktozės ir 606,26 t/m. baltymų).

Darbe minimalus dėmesys buvo skiriamas maisto pramonėje susidariusių MA tvarkymui. Bet ateityje šių srautų tvarkymo inovacijos turi būti vertinamos, atliekant panašius mokslo tyrimus.



12 paveikslas. Telšių rajono savivaldybės maisto atliekų srautų valdymo sistema

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. Atlikus mokslinės literatūros analizę, nustatyta, kad biologiškai skaidžios atliekos turi didelį aukštos pridėtinės vertės produktų potencialą. Dabartiniai mokslininkų tyrimų rezultatai parodo, kad BSA gali būti žaliava bioplastikų gamybai, nes mikroorganizmai naudojantys biologiškai skaidžių atliekų savyje gali sukaupti iki 60 % poli-3-hidroksibutirato gramui sausos ląstelės masės; paukščių plunksnos gali būti naudojamos biodyzelino gamybai, nes dabartinės technologijos leidžia išgauti 96,7 % riebalų rūgščių metilo esterių nuo visu galimų riebalų rūgščių. Iš biologiškai skaidžių atliekų gali būti gaminami ir kiti sudėtingi organiniai junginiai, o jei tai neįmanoma, atskirai surinktos BSA turi 30 % didesnę biodujų išgavimo potencialą negu iš komunalinių atliekų srauto išskirta bioskaidi frakcija. Jeigu nėra galimybių maksimaliai išnaudoti šių atliekų medžiaginio ir energetinio potencialo, biologiškai skaidžių atliekų galima apdoroti susidarymo šaltinyje naudojant kompostavimo įrenginius, kurie atliekų tūrį gali sumažinti nuo 50 iki 90 %. Atlikus teisės aktų apžvalgą biologiškai skaidžių atliekų srauto atskiras tvarkymas vienas prioritetinių. Ypač skatinama išgauti šių žaliavų energetines ir medžiagines savybes, išlaikant aukštą aplinkos apsaugos lygį bei pasiekiant tai ekonomiškai naudingu būdu.
2. Išanalizavus Telšių rajono savivaldybės atliekų tvarkymo sistemą nustatyta, kad objekte maisto atliekos iš gyventojų, organizacijų, maitinimo ir apgyvendinimo įstaigų yra tvarkomos kartu su komunalinių atliekų srautu mechaninio biologinio apdorojimo įrenginiuose (50000 t/m. mechaninės linijos našumas, 20000 t/m. biologinės dalies našumas), mechaniškai išskiriant biologiškai skaidžią dalį ir nukreipiant ją sausai fermentacijai pagal Bekon technologiją. Dalis susidarančių maisto ir žaliųjų atliekų yra sutvarkoma šaltinyje, tam yra skirta 3 269 vnt. kompostavimo konteinerių. Žaliosios atliekos yra nukreipiamos į 522 t/m. pajėgumo žaliųjų atliekų kompostavimo aikštelę.
3. Išanalizavus maisto atliekų srautus Telšių rajono savivaldybėje nustatyta, kad individualių namų gyventojai savivaldybėje generuoja virš 1259 t/m., daugiabučių namų gyventojai virš 2749 t/m., apgyvendinimo įstaigos daugiau negu 30 t/m., maitinimo ir gėrimų tiekimo įmonės – 96 t/m., kitos organizacijos iki tūkst. t/m. maisto atliekų. Pieno perdirbimo įmonėje AB „Žemaitijos pienas“ kasmet susidaro virš 13,7 tūkst. m³ išrūgų. Savivaldybėje veikiančiose skerdyklose kasmet susidaro virš tūkst. t skerdimo atliekų.
4. Atskirų srautų analizės rezultate darbe pasiūlytos 3 alternatyvos maisto atliekų srautų prevencijai ir tinkamam tvarkymui:
 - a. AB „Žemaitijos pienas“ išrūgų filtravimo technologijos įdiegimas, gaminant laktozę ir baltymus, susidariusias nuotekas neutralizuojant ir panaudojant gamyboje (*taikomas atliekų perdirbimo sukūrimo šaltinyje prevencinis metodas*);
 - b. Atskiras maisto ir žaliųjų atliekų surinkimas iš Telšių rajono savivaldybės daugiabučių namų gyventojų (*iki 50 proc. efektyvumu*) bei maisto atliekų surinkimas iš kavinių ir apgyvendinimo įstaigų, maksimaliai pritaikant esamą komunalinių atliekų tvarkymo infrastruktūrą ir

patobulinant mechaninio biologinio apdorojimo įrenginius (*taikomas procesų optimizavimo prevencinis metodas*);

c. Intensyvaus kompostavimo įrenginio diegimas kavinei „Branša“ (*taikomas atliekų perdirbimo sukūrimo šaltinyje prevencinis metodas*).

5. Įvykdymo analizės techninio ir aplinkosauginio įvertinimo rezultatai parodė, kad yra nemažai galimybių eliminuoti biologiškai skaidžių atliekų susidarymą maisto pramonės įmonėje, gaminant auštos pridėtinės vertės produktus, maisto atliekų susidarymą kavinėse, gaminant kompostą, optimaliau naudoti maisto ir žaliųjų atliekų energetines ir medžiagines savybes, jas atskiriant iš komunalinių atliekų srauto pirminio rūšiavimo būdu. Įvykdymo analizės ekonominio įvertinimo rezultate parodė, kad siūlomos inovacijos – Švaresnės gamybos, kadangi jų įdiegimas leidžia pasiekti gerus ekonominius rezultatus (investicijos atsiperka per 3-4 metus).
6. Telšių rajono savivaldybei pasiūlyta maisto atliekų valdymo sistema, kurioje numatoma, naudojant įdiegtą biologiškai skaidžių atliekų tvarkymo infrastruktūrą, pagerinti pirminį jų rūšiavimą ir taip optimizuoti antrinio apdorojimo mechaninio biologinio apdorojimo įrenginių veiklą: iki 4 % sumažėja šalinamų komunalinių atliekų kiekis, iki 7 % padidėja biodujų išėigą, techninio komposto gamyba sumažėja 15,5 %, kadangi mechaninio biologinio apdorojimo įrenginiuose kasmet būtų pagaminama virš 1,2 tūkst. t/m. biokomposto. Kaip alternatyva centralizuotam tvarkymui, maitinimo ir apgyvendinimo įstaigoms siūloma individualiai tvarkyti veikloje susidariusias atliekas (10 t/m.) nedidinant poveikio aplinkai ir žmonių sveikatai. Taip pat AB „Žemaitijos pienas“ išrūgų perdirbimo linijos alternatyva leistų perdirbti 108262 t/m. Didžiausias siūlomos sistemos privalumas yra tas, kad šis sistemos patobulinimas gali būti sėkmingai pritaikomas ir kitose savivaldybėse, o jeigu neįmanoma pritaikyti pilnos sistemos, galima taikyti tik atskiras maisto atliekų srautų valdymo alternatyvas.

LITERATŪROS IR ŠALTINIŲ SĄRAŠAS

Mokslinės literatūros sąrašas

- ALMEIDA, C.M.V.B., BONILLA, S.H., GIANNETTI, B.F. and HUISINGH, D., 2013. Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World: An Introduction to this Special Volume. *Journal of Cleaner Production*, 5, vol. 47, pp. 1-10 ISSN 0959-6526. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.010>.
- BEGUM, S., et al, 2016. Cooked and Uncooked Food Waste: A Viable Feedstock for Generation of Value Added Products through Biorefinery Approach. *Chemical Engineering Research and Design*, 3, vol. 107, pp. 43-51 ISSN 0263-8762. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.cherd.2015.10.032>.
- BERETTA, C., STOESEL, F., BAIER, U. and HELLWEG, S., 2013. Quantifying Food Losses and the Potential for Reduction in Switzerland. *Waste Management*, 3, vol. 33, no. 3, pp. 764-773 ISSN 0956-053X. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2012.11.007>.
- BERNSTAD, A. and LA COUR JANSEN, J., 2012. Separate Collection of Household Food Waste for Anaerobic Degradation – Comparison of Different Techniques from a Systems Perspective. *Waste Management*, 5, vol. 32, no. 5, pp. 806-815 ISSN 0956-053X. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2012.01.008>.
- BETZ, A., BUCHLI, J., GÖBEL, C. and MÜLLER, C., 2015. Food Waste in the Swiss Food Service Industry – Magnitude and Potential for Reduction. *Waste Management*, 1, vol. 35, pp. 218-226 ISSN 0956-053X. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2014.09.015>.
- CALDWELL, D.G., 2013. *Robotics and Automation in the Food Industry : Current and Future Technologies*. /z-wcorg/. ISBN 9781845698010 1845698010.
- CAVALEIRO, A.J., et al, 2013. Biochemical Methane Potential of Raw and Pre-Treated Meat-Processing Wastes. *Bioresource Technology*, 2, vol. 129, pp. 519-525 ISSN 0960-8524. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2012.11.083>.
- CESÁRIO, M.T., et al, 2014. Enhanced Bioproduction of Poly-3-Hydroxybutyrate from Wheat Straw Lignocellulosic Hydrolysates. *New Biotechnology*, 1/25, vol. 31, no. 1, pp. 104-113 ISSN 1871-6784. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.nbt.2013.10.004>.
- CHEN, T., JIN, Y. and SHEN, D., 2015. A Safety Analysis of Food Waste-Derived Animal Feeds from Three Typical Conversion Techniques in China. *Waste Management*, 11, vol. 45, pp. 42-50 ISSN 0956-053X. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2015.06.041>.
- CREEDON, Mairead, CUNNINGHAM, Dermot and HOGAN, James., 2010. *Less Food Waste More Profit. A Guide to Minimising Food Waste in the Catering Sector*. Bishopstown, Cork: Cit press, Cork Institute of Technology ISBN ISBN 978-1-906953-03-4.
- CRUZ, M.V., et al, 2014. Production of Polyhydroxyalkanoates from Spent Coffee Grounds Oil obtained by Supercritical Fluid Extraction Technology. *Bioresource Technology*, 4, vol. 157, pp. 360-363 ISSN 0960-8524. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2014.02.013>.
- DAS, B., et al, 2015. Recovery of Whey Proteins and Lactose from Dairy Waste: A Step Towards Green Waste Management. *Process Safety and Environmental Protection* ISSN 0957-5820. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.psep.2015.05.006>.
- GAMEIRO, M., et al, 2015. Supercritical Carbon Dioxide-Based Integrated Continuous Extraction of Oil from Chicken Feather Meal, and its Conversion to Biodiesel in a Packed-Bed Enzymatic Reactor, at Pilot Scale. *Fuel*, 8/1, vol. 153, pp. 135-142 ISSN 0016-2361. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.fuel.2015.02.100>.

- GÓMEZ-GUILLÉN, M.C., GIMÉNEZ, B., LÓPEZ-CABALLERO, M.E. and MONTERO, M.P., 2011. Functional and Bioactive Properties of Collagen and Gelatin from Alternative Sources: A Review. *Food Hydrocolloids*, 12, vol. 25, no. 8, pp. 1813-1827 ISSN 0268-005X. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.02.007>.
- GRIGALIŪNAITĖ, J., 2014. *Mėsos Perdirbimo Įmonių Biologiškai Skaidžių Atliekų Naudojimo Galimybės*. I. KLIPOVA ed., Magistro tezės ed. Aplinkos inžinerijos institutas.
- GUO, M., SONG, W. and BUHAIN, J., 2015. Bioenergy and Biofuels: History, Status, and Perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2, vol. 42, pp. 712-725 ISSN 1364-0321. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.013>.
- GUPTA, A. and VERMA, J.P., 2015. Sustainable Bio-Ethanol Production from Agro-Residues: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1, vol. 41, pp. 550-567 ISSN 1364-0321. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.032>.
- GUSTAVSSON, J., ir kt., 2011. *Global Food Losses and Food Waste. Extent, Causes and Prevention*. Rome, Italy: FAOSwedish Institute for Food and Biotechnology (SIK), SE ISBN 0081-4539.
- HARISH, B.S., UPPULURI, K.B. and ANBAZHAGAN, V., 2015. Synthesis of Fibrinolytic Active Silver Nanoparticle using Wheat Bran Xylan as a Reducing and Stabilizing Agent. *Carbohydrate Polymers*, 11/5, vol. 132, pp. 104-110 ISSN 0144-8617. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.06.069>.
- HASSAN, S.A., et al, 2016. Various Characteristics of Multi-Modified Rice Husk Silica-Anchored Ni Or Pt Nanoparticles as Swift Catalytic Systems in some Petrochemical Processes. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 2, vol. 59, pp. 484-495 ISSN 1876-1070. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtice.2015.08.001>.
- Hidroterra., 2010. *Galimybių Ir Alternatyvų Studija „alytaus Regiono Biologiškai Skaidžių Atliekų Tvarkymo Infrastruktūros Sukūrimas“*.
- Hidroterra, NPR and EcoIri Solution., 2010. *Galimybių Ir Alternatyvų Studija „Telšių Regiono Biologiškai Skaidžių Atliekų Tvarkymo Infrastruktūros Sukūrimas“*. Vilnius: .
- HIMANEN, M. and HÄNNINEN, K., 2011. Composting of Bio-Waste, Aerobic and Anaerobic Sludges – Effect of Feedstock on the Process and Quality of Compost. *Bioresource Technology*, 2, vol. 102, no. 3, pp. 2842-2852 ISSN 0960-8524. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2010.10.059>.
- IONESCU, G., et al, 2013. Integrated Municipal Solid Waste Scenario Model using Advanced Pretreatment and Waste to Energy Processes. *Energy Conversion and Management*, 12, vol. 76, pp. 1083-1092 ISSN 0196-8904. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2013.08.049>.
- JUROVICKAJA, E. and RAGOT, G., 2015. Cleaner Production Case Studies on Beer Production in Lithuania.
- KARMEE, S.K., 2016. Liquid Biofuels from Food Waste: Current Trends, Prospect and Limitation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1, vol. 53, pp. 945-953 ISSN 1364-0321. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.041>.
- KIM, J.H., LEE, J.C. and PAK, D., 2011. Feasibility of Producing Ethanol from Food Waste. *Waste Management*, 0, vol. 31, no. 9–10, pp. 2121-2125 ISSN 0956-053X. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2011.04.011>.
- KLIPOVA, I., 2004. *Cleaner Production in the Baltic Countries. NEFCO Training Programme. ENSI. NEFCO*.

- KLIOPOVA, I. and MAKARSKIENĖ, K., 2014. *Biologiškai Skaidžių Atliekų (BSA) Tvarkymas Siekiant Optimaliai Išnaudoti Medžiagines Ir Energetines Savybes. XI Metinis Diskusijų Forumas ATLIEKŲ TVARKYMAS*. Druskininkai: .
- KLIOPOVA, I., MALINAUSKIENĖ, I. and BARANAUSKAITĖ, I., 2013a. *Išteklius Tausojančių Švaresnės Azoto Trąšų Gamybos Inovacijų Įvykdomumo Analizės Studija. Studija Parengta, Vykiant Mokslinių Tyrimų Projektą Išteklius Tausojanti Ir Švaresnė Azoto Trąšų Gamyba (ŠATG)*. .
- KLIOPOVA, I. and STANEVIČIŪTĖ, K., 2013. Evaluation of Green Waste Composting Possibilities. *Environmental Research, Engineering and Management*, vol. 65, no. 3, pp. 6-19.
- KLIOPOVA, I., 2012. *Biologiškai Skaidžių Atliekų (BSA) Tvarkymo Sistemos Vystymas Palangos Miesto Savivaldybėje. BSA Galimybių Studija. RECO Baltijos-21 Tech Projektas*. J. KRUIPIENĖ ed., Kaunas: KTU APINI.
- KLIOPOVA, I., STANISKIS, J.K. and PETRASKIENE, V., 2013b. Solid Recovered Fuel Production from Biodegradable Waste in Grain Processing Industry. *Waste Management & Research : The Journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA*, 20121123, Apr, vol. 31, no. 4, pp. 384-392 ISSN 1096-3669. DOI [10.1177/0734242X12467065](http://dx.doi.org/10.1177/0734242X12467065) [doi].
- KLIOPOVA, I., 2002. *Procesų Valdymas Švaresnėje Gamyboje: Analizė, Metodika Ir Diegimas : Daktaro Disertacija : Technologijos Mokslai, Aplinkos Inžinerija Ir Kraštovarka (04T)*. Kaunas: Technologija.
- KUMARI, S., RATH, P., SRI HARI KUMAR, A. and TIWARI, T.N., 2015. Extraction and Characterization of Chitin and Chitosan from Fishery Waste by Chemical Method. *Environmental Technology & Innovation*, 4, vol. 3, pp. 77-85 ISSN 2352-1864. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.eti.2015.01.002>.
- LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorija and EcoIri Solution., 2016. *Reikalavimų (Kriterijų) Iš Biologiškai Skaidžių Atliekų Pagamintiems Produktams Rengimas*.
- LIU, C., et al, 2013. Biohydrogen Production by a Novel Integration of Dark Fermentation and Mixotrophic Microalgae Cultivation. *International Journal of Hydrogen Energy*, 11/22, vol. 38, no. 35, pp. 15807-15814 ISSN 0360-3199. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhydene.2013.05.104>.
- MARTUZEVIČIUS, D., RAČYS, V. and STASIULAITIENĖ, I., 2012. *Atliekų Tvarkymo Įrenginių Projektavimo Metodiniai Nurodymai*. Kaunas: .
- MAŽEIKA, R., STAUGAITIS, G., ANTANAITIS, A. and ANTANAITIS, Š., 2011a. *Augalinės Kilmės Atliekų Panaudojimo Tręšimui, Jų Normų Nustatymo, Kitų Augalinių Trąšų Žemės Ūkyje Naudojimo Būdų Tyrimai, Analizė Ir Įvertinimas*. Kaunas: .
- MAŽEIKA, R., STAUGAITIS, G., ANTANAITIS, A. and ANTANAITIS, Š., 2011b. *Komposto, Naudojamo Žemės Ūkyje, Kokybės Reikalavimų Analizė Ir Įvertinimas*. Kaunas: .
- MENESES, Y.E. and FLORES, R.A., 2016. Feasibility, Safety, and Economic Implications of Whey-Recovered Water in Cleaning-in-Place Systems: A Case Study on Water Conservation for the Dairy Industry. *Journal of Dairy Science*, 5, vol. 99, no. 5, pp. 3396-3407 ISSN 0022-0302. DOI <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10306>.
- NARRA, M., et al, 2012. Production of Cellulases by Solid State Fermentation with *Aspergillus Terreus* and Enzymatic Hydrolysis of Mild Alkali-Treated Rice Straw. *Bioresource Technology*, 10, vol. 121, pp. 355-361 ISSN 0960-8524. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2012.05.140>.
- OJAGHI, Y., et al, 2015. Production Layout Optimization for Small and Medium Scale Food Industry. *Procedia CIRP*, vol. 26, pp. 247-251 ISSN 2212-8271. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2014.07.050>.

PAPARGYROPOULOU, E., et al, 2014. The Food Waste Hierarchy as a Framework for the Management of Food Surplus and Food Waste. *Journal of Cleaner Production*, 8/1, vol. 76, pp. 106-115 ISSN 0959-6526. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.020>.

PETKEVIČIENĖ, I., 2014. *Biologiškai Skaidžios Atliekos Pieno Pramonės Įmonėse: Analizė Ir Jų Tvarkymo Galimybės*. I. KLIPOVA ed., Magistro tezės ed. Aplinkos inžinerijos institutas.

PIRANI, S.I. and ARAFAT, H.A., 2015. Reduction of Food Waste Generation in the Hospitality Industry. *Journal of Cleaner Production* ISSN 0959-6526. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.146>.

PIVORAS, T., 2005. *Įmonės Aplinkos Apsaugos Veiksmingumo Vertinimas Ir Gerinimas (Rankraštis): Daktaro Disertacija : Technologijos Mokslai, Aplinkos Inžinerija Ir Kraštotvarka (04 T)*. Kaunas: .

RAVINDRAN, R. and JAISWAL, A.K., 2016a. Exploitation of Food Industry Waste for High-Value Products. *Trends in Biotechnology*, 1, vol. 34, no. 1, pp. 58-69 ISSN 0167-7799. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.tibtech.2015.10.008>.

RAVINDRAN, R. and JAISWAL, A.K., 2016b. A Comprehensive Review on Pre-Treatment Strategy for Lignocellulosic Food Industry Waste: Challenges and Opportunities. *Bioresource Technology*, 1, vol. 199, pp. 92-102 ISSN 0960-8524. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2015.07.106>.

STANIŠKIS, J., K., ir kt., 2016. *Darni Atliekų Vadyba*. Kaunas: Technologija.

STANIŠKIS, J.K., STASIŠKIENĖ, Ž and KLIPOVA, I., 2004. *Subalansuotos Pramonės Plėtros Strategija: Teorija Ir Praktika: Monografija*. Kaunas: Technologija ISBN 9955097183.

STANIŠKIS, J.K., STASIŠKIENĖ, Ž and KLIPOVA, I., 2002. *Švaresnė Gamyba: Sistemini Požiūris : Monografija*. Kaunas: Technologija ISBN 9955093129.

STANIŠKIS, J.K., STASIŠKIENĖ, Ž, KLIPOVA, I. and VARŽINSKAS, V., 2010. *Darniosios Inovacijos Lietuvos Pramonėje : Kūrimas Ir Diegimas*. Kaunas: Kaunas : Technologija, 2010 ISBN 9789955258155.

TOLDRÁ, F., ARISTOY, M.-., MORA, L. and REIG, M., 2012a. Innovations in Value-Addition of Edible Meat by-Products. *Meat Science*, 11, vol. 92, no. 3, pp. 290-296 ISSN 0309-1740. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.004>.

TOLDRÁ, F., ARISTOY, M.-., MORA, L. and REIG, M., 2012b. Innovations in Value-Addition of Edible Meat by-Products. *Meat Science*, 11, vol. 92, no. 3, pp. 290-296 ISSN 0309-1740. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.004>.

TOLDRÁ, F., ARISTOY, M.-., MORA, L. and REIG, M., 2012c. Innovations in Value-Addition of Edible Meat by-Products. *Meat Science*, 11, vol. 92, no. 3, pp. 290-296 ISSN 0309-1740. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.004>.

VAIČIONIS, G., 2013. *Ūkiuose Sukaupiamo Mėslo Ir Srutų Kiekio Apskaičiavimas*. [žiūrėta 2016-04-11]. Prieiga per: <http://www.pienoukis.lt/ukiuose-sukaupiamo-meslo-ir-srutu-kiekio-apskaiciavimas/>.

VALANTIS, R., 2014. *Lietuvos Maitinimo Paslaugas Teikiančių Apyvėdinimo Įstaigų Atliekų Srautų Tvarkymo Modelis*. Master ed. Kaunas: Aplinkos inžinerijos institutas.

VENKATA MOHAN, S. and VENKATESWAR REDDY, M., 2013. Optimization of Critical Factors to Enhance Polyhydroxyalkanoates (PHA) Synthesis by Mixed Culture using Taguchi Design of Experimental Methodology. *Bioresource Technology*, 1, vol. 128, pp. 409-416 ISSN 0960-8524. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2012.10.037>.

YASIN, N.H.M., MUMTAZ, T., HASSAN, M.A. and ABD RAHMAN, N., 2013. Food Waste and Food Processing Waste for Biohydrogen Production: A Review. *Journal of Environmental Management*, 11/30, vol. 130, pp. 375-385 ISSN 0301-4797. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.09.009>.

ZAJONC, O., FRYDRYCH, J. and JEZERSKA, L., 2014. Pelletization of Compost for Energy Utilization. *IERI Procedia*, vol. 8, pp. 2-10 ISSN 2212-6678. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.ieri.2014.09.002>.

ZHANG, Y., BANKS, C.J. and HEAVEN, S., 2012. Anaerobic Digestion of Two Biodegradable Municipal Waste Streams. *Journal of Environmental Management*, 8/15, vol. 104, pp. 166-174 ISSN 0301-4797. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.03.043>.

Kiti šaltiniai

AB ŽEMAITIJOS PIENAS., 2014. Konsoliduotas Šešių Mėnesių Tarpinis Pranešimas.

BEKON ENERGY TECHNOLOGIES GMBH & CO. KG. Atliekos Tinkamos Apdoroti Bekon Sauso Fermentavimo Tuneliuose. [interaktyvus], [žiūrėta 2016-05-05]. Prieiga per: <http://www.bekon.eu/en/input/>.

EFEKTYVUS IŠTEKLIŲ NAUDOJIMAS IR ŠVARESNE GAMYBA. [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-05-28]. Prieiga per: <http://www.unep.org/recp/>;

EUROPOS APLINKOS AGENTŪRA., 2015. Maisto Atliekų Šaltiniai Europoje. [interaktyvus], [žiūrėta 2016-05-26]. Prieiga per: <http://www.eea.europa.eu/lt/pressroom/grafika-informacija/kokie-maisto-atlieku-saltiniai-europoje/view>.

INFORMACIJA APIE PIENO IŠRŪGAS. [interaktyvus], [žiūrėta 2016-05-03]. Prieiga per: <http://nevirtok.lt/1-naudinga-zinoti/kur-naudojamos-pieno-isrugos/>.

JUNGTINIŲ TAUTŲ PRAMONĖS PLĖTROS ORGANIZACIJA. [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-05-28]. Prieiga per: <http://www.unido.org/what-we-do/environment/resource-efficient-and-low-carbon-industrial-production/cp/cleaner-production.html> // Cleaner Production (CP).

SPRENDIMAI MAITINIMO ĮSTAIGOMS. Maitinimo Įstaigų Procesų Automatizavimo Sistemos. [interaktyvus], [žiūrėta 2016-04-19]. Prieiga per: <http://www.ucs.lt/>.

SUSIDARANČIŲ ŠALUTINIŲ PRODUKTŲ KIEKIAI SKERDYKLOSE. Susidarančių Šalutinių Produktų Kiekiai Skerdyklose. [interaktyvus], [žiūrėta 2016-04-14]. Prieiga per: <http://www.fao.org/wairdocs/lead/x6114e/x6114e04.htm>.

OKLIN. Green Good Kompostavimo Įrenginiai. [interaktyvus], [žiūrėta 2016-05-10]. Prieiga per: <http://oklininternational.com/>.

UAB „BIOWASTE TECHNOLOGIES“ – BSA tvarkymo sprendimai Lietuvoje. [interaktyvus]. [žiūrėta 2016-05-28]. Prieiga per: <http://www.bwt.lt/>.

ZIPLOC BIODEGRADUOJANTYS SANDARŪS MAIŠELIAI MAISTO ATLIEKOMS. [interaktyvus], [žiūrėta 2016-05-05]. Prieiga per: <http://scjgreenchoices.com/new-ziploc-brand-compostable-bags/>.

Teisės aktai

EUROPOS KOMISIJA., 2011. *Komisijos Reglamentas (ES) Nr. 142/2011 2011 M. Vasario 25 D. Kuriuo Įgyvendinami Europos Parlamento Ir Tarybos Reglamentas (EB) Nr. 1069/2009, Kuriuo Nustatomos Žmonėms Vartoti Neskirtų Šalutinių Gyvūninių Produktų Ir Jų Gaminių Sveikumo Taisyklės, Ir Tarybos Direktyva 97/78/EB Dėl Tam Tikrų Mėginių Ir Priemonių, Kuriems Netaikomi Veterinariniai Tikrinimai Pasienyje Pagal Tą Direktyvą.* 2011 m. vasario 25 d. Nr. 142/2011 [Interaktyvus], [žiūrėta 2016-05-22]. Prieiga per: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX%3A02011R0142-20140715>.

EUROPOS PARLAMENTAS IR EUROPOS SAJUNGOS TARYBA., 2009. *Žmonėms Vartoti Neskirtų Šalutinių Gyvūninių Produktų Ir Jų Gaminių Sveikumo Taisyklės.* 2009 spalio 21 d. Nr. 1069/2009 [interaktyvus], [žiūrėta 2016-05-22]. Prieiga per: http://www3.lrs.lt/pls/inter1/dokpaieska.dok_priedas?p_id=26876.

LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *Dėl normatyvinio dokumento LAND 20-2001 "Nuotėkų dumblo naudojimo tręšimui reikalavimai" patvirtinimo.* 2001 m. birželio 29 d. Nr. 349. [interaktyvus], [žiūrėta 2016-05-29]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.3536A8337E8A>.

LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA., 2007. *Dėl Biologiškai Skaidžių Atliekų Kompostavimo Aplinkosauginių Reikalavimų Patvirtinimo.* 2007 m. sausio 25 d. Nr. D1-57 [interaktyvus], [žiūrėta 2016-05-22]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.CE7691148F1E>.

LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA., 2014. *Dėl Biologiškai Skaidžių Atliekų Naudojimo Tręšimui Laikinių Aplinkosauginių Reikalavimų Aprašo Patvirtinimo.* 2014 m. balandžio 8 d. Nr. D1-333 [interaktyvus], [žiūrėta 2016-05-22]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/legalAct.html?documentId=78e5deb0bfea11e3935eb554ea0f25a5>.

LIETUVOS RESPUBLIKOS VYRIAUSYBĖ., 2014. *Dėl Valstybinio Atliekų Tvarkymo 2014–2020 Metų Plano Patvirtinimo,* 2014-04-30, Nr. 4989 [interaktyvus], [žiūrėta 2016-04-17]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/d833b6d0cfa811e3a8ded1a0f5aff0a9>.

TELŠIŲ RAJONO SAVIVALDYBĖS TARYBA. *Sprendimas Dėl Telšių Rajono Atliekų Tvarkymo 2014 - 2020 Metų Plano Patvirtinimo.* 2015 m. kovo 26 d. Nr. T1-70 [interaktyvus], [žiūrėta 2016-04-10]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/acc/legalAct.html?documentId=58a5d980d6e011e4894f9bde45468d3f&lang=lt>.

PRIEDAI**1 PRIEDAS.** Gyventojų skaičius Telšių rajono savivaldybėje 2014 metais.

Telšių r. sav.		Asmenys
Miestas ir kaimas	2014	44253
Miestas	2014	25226
Kaimas	2014	19027
Telšiai	2014	24295

2 PRIEDAS. Maitinimo ir gėrimų teikimo veikla Telšių rajono savivaldybėje 2014 metais.

			Maitinimo ir gėrimų teikimo veiklos įmonių maitinimo vienetų skaičius metų pabaigoje vnt.	Maitinimo ir gėrimų teikimo veiklos įmonių maitinimo vienetų vietų skaičius metų pabaigoje tūkst. vnt.
Telšių r. sav.	Maitinimo ir gėrimų teikimo veikla	2014	51	2,8

Maitinimo vienetai – įmonei priklausantys restoranai, kavinės, ledainės, barai, alinės, bufetai, valgyklos ir kitos maitinimui skirtos vietos.

Maitinimo vienetų vietų skaičius – įmonei priklausančiose arba išsinuomotose patalpose įrengtų restoranų, kavinių, ledainių, valgyklų, barų, bufetų ir kt. maitinimo įmonių vietų skaičius.

3 PRIEDAS. Apgyvandinimo įstaigų skaičius, pagal tipą Telšių rajono savivaldybėje

			Apgyvandinimo įstaigų skaičius, vnt.	Vietų skaičius apgyvandinimo įstaigose, vnt.
Viešbučiai	Telšių r. sav.	2014	6	138
Moteliai	Telšių r. sav.	2014	1	17
Poilsio namai (nameliai)	Telšių r. sav.	2014	1	82
Kempingai	Telšių r. sav.	2014	0	
Turizmo centrai	Telšių r. sav.	2014	0	
Nakvynės namai	Telšių r. sav.	2014	1	63
Sanatorijos, reabilitacijos centrai	Telšių r. sav.	2014	0	
Konferencijų centrai	Telšių r. sav.	2014	0	
Vaikų vasaros poilsio stovyklos	Telšių r. sav.	2014	0	
Privatus apgyvandinimo sektorius	Telšių r. sav.	2014	3	23

4 PRIEDAS. Gyvulių ir paukščių skaičius bei skerdimas LR 2014 m.

	Galvijai, iš viso
Gyvulių ir paukščių skaičius metų pradžioje, vnt.	713489
Gyvulių ir paukščių skerdimas mėsos perdirbimo įmonėse, cechuose ir skerdyklose, tūkst. vnt.	148,723
Paskerstų gyvūnų procentas, %	20,8

5 PRIEDAS. Gyvulių ir paukščių skaičius Telšių savivaldybėje 2014 metais.

	Galvijai, iš viso	Kiaulės	Paukščiai, iš viso
Gyvulių ir paukščių skaičius metų pradžioje, vnt.	24219	20820	207424
Gyvulių skaičius ūkininkų ir šeimos ūkiuose metų pradžioje, vnt.	24200	4641	x

6 PRIEDAS. Maitinimo ir gėrimų teikimo veiklos apyvarta Telšių rajono savivaldybėje.

			Prekybos ir maitinimo įmonių apyvarta (be PVM) to meto kainomis tūkst. EUR
Maitinimo ir gėrimų teikimo veikla	Telšių r. sav.	2014	2136,8