



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS**

Deimantė Stankevičienė

**IŠ SAŲARTYNO ATGAUTŲ MEDŽIAGŲ PLOVIMO
TECHNOLOGINIAI IR APLINKOSAUGINIAI RODIKLIAI**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Prof. dr. Gintaras Denafas

KAUNAS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
CHEMINĖS TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS

**IŠ SĄVARTYNO ATGAUTŲ MEDŽIAGŲ PLOVIMO
TECHNOLOGINIAI IR APLINKOSAUGINIAI RODIKLIAI**

Baigiamasis magistro projektas
Aplinkosaugos inžinerija (kodas 621H17001)

Vadovas

(parašas) prof. Gintaras Denafas
(data)

Recenzentas

(parašas) doc. Inga Stasiulaitienė
(data)

Projektą atliko

(parašas) Deimantė Stankevičienė
(data)

KAUNAS, 2016



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Cheminės technologijos fakultetas

(Fakultetas)

Deimantė Stankevičienė

(Studento vardas, pavardė)

M1016M21 Aplinkosaugos inžinerija (621H17001)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Tauriųjų metalų išskyrimas iš spausdintinių plokščių atliekų“
AKADEMINIO SAŽINGUMO DEKLARACIJA

20 16 m. Birželio 01 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Deimantės Stankevičienės**, baigiamasis projektas tema „.....“ 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)

Stankevičienė D. (2016). *Iš sąvartyno atgautų medžiagų plovimo technologiniai ir aplinkosauginiai rodikliai* Aplinkosaugos inžinerijos magistro baigiamasis projektas. Studijų programa 621H17001 Vadovas prof.dr. G. Denafas. Kauno technologijos universitetas, Cheminės technologijos fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: technologijos mokslai, bendroji inžinerija

Reikšminiai žodžiai: sąvartynai, kasyba, peleningumas, $ChDS_{Mn}$, atliekos, plovimas.

Kaunas, 2016. 49 psl.

SANTRAUKA

Sąvartynai - vis dar pagrindinė atliekų šalinimo vieta daugelyje pasaulio šalių. Sąvartynai - vieni iš aplinkos taršos šaltinių. Juose nusėda dideli kiekiai kenksmingų medžiagų, kurios skverbiasi į gruntinius vandenius, sudaro filtratą, o jų tvarkymui vis dar trūksta modernių aplinkosauginių technologijų.

Sąvartynų kasyba - vienas iš būdų, kuris galėtų sumažinti atliekų kiekius, esančius sąvartynuose. Taip pat šis procesas padėtų atgauti naudingąsias medžiagas, kurios būtų panaudotos energijos gamybai (kaip kuras) arba perdirbimo procese. Sąvartynų kasybos procesas nėra galutinai išnagrinėtas ir pritaikytas Lietuvoje. Tikėtina, kad iš sąvartyno atgautų medžiagų plovimas yra svarbi šių medžiagų peruošimo perdirbimui stadija. Todėl šio tiriamojo darbo tikslas - ištirti ir palyginti plovimo technologinius ir aplinkosauginius rodiklius.

Baigiamajame darbe tiriamasis objektas - Alytaus regioninis sąvartynas. Tyrimai atlikti naudojant iš šio sąvartyno paimtų atliekų ėminius. Mėginiai paimti iš skirtingų sąvartyno, I-ojo gręžinio, gylių. Išanalizavus atgautų medžiagų kiekius ir sudėtį, eksperimentiniam tyrimui pasirinktos dvi atliekų frakcijos: tekstilė ir plastikas. Šioms frakcijoms plautos distiliuotu ir vandentiekio vandeniu. Tekstilės ir plastiko atliekoms prieš plovimą ir po jo, nustatyti: peleningumas ir lakios medžiagos dalis. Filtratui atliktos permanganatinės oksidacijos ($ChDS_{(Mn)}$) ir sunkiųjų metalų analizės.

Didžiausios $ChDS_{Mn}$ reikšmės nustatytos atliekų, esančių sąvartyno gylyje tarp antro ir septinto gręžinio gylio metro, plaunant plovimo vandenimis plastiką - 19,27 mg O_2/l , tekstilę - 28,8 mg O_2/l . Visuose mėginiuose aptikti sunkieji metalai Zn, Cu ir kai kuriuose mėginiuose Mn, Ni ir Pb pėdsakai. Po plovimo abiejų frakcijų peleningumas sumažėjo vidutiniškai apie 10%, o lakioji dalis padidėjo.

Remiantis rezultatais matyti, kad atgautų iš sąvartyno atgautų medžiagų plovimas pagerina energetines medžiagų (jei jos būtų naudojamos energijos gamybai) savybes, taip pat prisideda prie aplinkos taršos mažinimo.

Stankevičienė D. (2016). *Technological and Environmental Indicators for Rinsing of Materials Recovered from Landfill*. Final Master's thesis in Environmental Engineering. Study Programme 621H17001. Supervisor assoc. prof.dr. G. Denafas. Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology.

Research area and field: Technological Sciences, general engineering

Key word: landfill, mining, ash, COD, waste, washing.

Kaunas, 2016. 49 p.

SUMMARY

In many parts of the world, landfilling is still the most common waste disposal method. Landfills, especially old ones lacking modern environmental technology, are also well known sources for local pollution due to leaching of hazardous substances. Landfill mining is a way to solve traditional management issues related to waste deposits, while resource recovery of deposited material is simply outlined as one possible benefit among others.

Landfill mining are not yet investigated in Lithuania hence the goal of this study is to calculate and compare chemicals and physicals properties process of materials recovered from landfill after waste washing.

The object discussed in this paper is Alytus regional landfill. Excavated waste taken from different depths. Based on known landfilled wastes quantities and compositions, two waste fractions were chosen: textile and plastic were washed by distilled and crane water. Were made study how washing changed solid waste parameter of moisture, ash and volatile solids. Filtrate were analysed chemical oxygen demand (COD) and metals (Cu, Cd, Cr, Zn, Ni, Mn, Pb, Co).

The results of laboratory waste washing test showed that the biggest COD values was found from second till seven metres depth, after plastic waste washing COD - 19,27 mg O₂/l, after textile waste washing - 28,8 mg O₂/l. The highest quantities of metals were obtained in all samples for Cu and Zn, just at few sample was Mn, Ni and Pb and the quantities were small. Ash content for textile and plastic waste was lower after washing test, but volatile increased about 10% for both samples.

Results obtained demonstrate that washing treatment contributes towards combating the environmental impacts of raw waste and washing increasing plastics and textiles wastes the calorific value (that is good point for energy production).

TURINYS

IVADAS.....	11
1. LITERATŪROS APŽVALGA.....	13
1.1 Sąvartynų kasyba	13
1.2 Atgautų medžiagų sudėtis	15
1.3 Atgautų medžiagų savybės.....	16
1.4 Atgautų medžiagų panaudojimo galimybės.....	20
1.5 Sunkieji metalai.....	21
1.6 Apibendrinimas.....	23
2. METODINĖ DALIS	25
2.1 Bandinių pirminis apdorojimas.....	25
2.2 Atgautų medžiagų plovimas.....	26
2.3 Permanganatinė oksidacija (ChDS_{Mn})	27
2.4 Peleningumo ir lakios dalies nustatymas	28
2.5 Sunkiųjų metalų Cu, Mn, Cr, Cd, Pb, Co, Ni, Zn kiekio nustatymas plovimo vandenyje atominės absorbcijos spektrokopijos metodu	30
3. TYRIMO REZULTATAI	33
3.1 Alytaus regioninio sąvartyno I-ojo gręžinio atliekų sudėtis ir kiekiai	33
3.2 Permanganatinė oksidacija (ChDS_{Mn})	35
3.2 Sunkiųjų metalų (Cu, Cd, Cr, Co, Mn, Ni, Pb, Zn) koncentracija plovimo vandenyse..	39
3.3 Peleningumo rezultatai prieš ir po plovimo procesą.....	40
3.4 Lakiųjų medžiagų rezultatai prieš ir po plovimo procesą	42
IŠVADOS	45
LITERATŪROS SĄRAŠAS	46
PRIEDAI.....	49

LENTELĖS

1 lentelė Atgautų atliekų sudėtis, remiantis skirtingais literatūros šaltiniais [3] [4] [15]	16
2 lentelė .Skirtingoms frakcijoms būdingas drėgmės kiekis % [6].....	17
3 lentelė Atliekų tankio priklausomybė nuo atliekų sudėties [23].....	18
4 lentelė. Dažniausiai pasitaikantis mišrių komunalinių atliekų tankis skirtingo gerbūvio šalyse.....	19
5 lentelė. Elementinė frakcijų sudėtis ir peleningumas % [6].....	19
6 lentelė. Degių atgautų medžiagų pagrindinės fizikinės - cheminės savybės [9].....	20
7 lentelė Sunkieji metalai aplinkoje [27].	22
8 lentelė Atliekų morfologinių frakcijų pasiskirstymas % pagal dydį Alytaus regioniniame sąvartyno I-ame gręžinyje.....	33
9 lentelė Tekstilės frakcijos, I ir II plovimo skirtingais vandenimis, ChDS _{Mn} rezultatai	35
10 lentelė Plastiko frakcijos, I ir II plovimo skirtingais vandenimis, ChDS _{Mn} rezultatai.....	37
11 lentelė Zn koncentracija, mg/l plovimo vandenyse	39
12 lentelė Cu koncentracija, mg/l plovimo vandenyse	40
13 lentelė Plastiko ir tekstilės peleningumo% rezultatai prieš ir po plovimo	40
14 lentelė Lakios medžiagos %, frakcijose prieš ir po plovimo	42

PAVEIKSLAI

1 pav. Savartynų kasybos technologinė schema	15
2 pav. Sąvartyno kasybos procese atgautų medžiagų panaudojimo galimybės	20
3 pav. Tekstilės ir plastiko bandiniai.	25
4 pav. Tyrimo technologinė schema.	25
5 pav. Liepsnos atominis absorbcinis spektrometras	30
6 pav. Vario kalibracinė kreivė	32
7 pav. Atliekų morfologinių frakcijų pasiskirstymas % pagal dydį Alytaus regioniniame sąvartyno I-ame gręžinyje.	34
8 pav. I-ojo gręžinio atliekų morfologinis frakcijų pasiskirstymas %	34
9 pav. Tekstilės frakcijos I ir II plovimo, distiliuotu vandeniu, $ChDS_{Mn}$	36
10 pav. Tekstilės frakcijos I ir II plovimo, vandentiekio vandeniu, $ChDS_{Mn}$	36
11 pav. Tekstilės frakcijos išplovimo efektyvumas%	37
12 pav. Plastiko frakcijos I ir II plovimo, distiliuotu vandeniu, $ChDS_{Mn}$	38
13 pav. Plastiko frakcijos I ir II plovimo, vandentiekio vandeniu, $ChDS_{Mn}$	38
14 pav. Plastiko frakcijos išplovimo efektyvumas%	39
15 pav. Peleningumas % plastiko frakcijose prieš ir po plovimo.	41
16 pav. Peleningumas % tekstilės frakcijose prieš ir po plovimo.	41
17 pav. Peleningumo vidurkis %, plastiko ir tekstilės frakcijose prieš ir po plovimo.	42
18 pav. Lakios medžiagos %, tekstilės frakcijoje prieš ir po plovimo.	43
19 pav. Lakios medžiagos %, plastiko frakcijoje prieš ir po plovimo	43

PRIEDAI

13 lentelė Pb koncentracija, mg/l plovimo vandenyse.....	49
14 lentelė Ni koncentracija, mg/l plovimo vandenyse.....	49
15 lentelė Mn koncentracija, mg/l plovimo vandenyse	49

IVADAS

Augantys miestai, gerėjanti ekonominė padėtis ir žmonių gyvenimo lygis sekina žemės išteklius ir žaibišku greičiu augina atliekų kiekius. Sąvartynai - pagrindinė vieta, kur pastaraisiais dešimtmečiais buvo suvežama didžioji dalis atliekų [14]. Dėl ankstesnių ir dabartinių išteklių naudojimo tendencijų labai padidėjo aplinkos tarša, pablogėjo aplinkos būklė ir buvo išseikvoti gamtos ištekliai. Efektyvaus išteklių naudojimo Europos planas turėtų padėti pakeisti šią tendenciją, įprastą ekonomiką būtų galima pertvarkyti į tvarią ekonomiką. ES atliekų politika plėtojama jau seniai ir ją įgyvendinant tradiciškai daugiausia dėmesio skiriama ekologiškai tvaresniam atliekų tvarkymui [24].

Sąvartynų kasyba - vienas iš pagrindinių procesų, kuris padėtų sumažinti žemės išteklių eikvojimą, taip pat sumažintų sąvartynų keliamą taršą [17]. Užtikrinant sąvartynų kasybos proceso efektyvumą ir technologines galimybes, būtina iširti atgaunamų medžiagų savybes, jų kiekius ir panaudojimo galimybes [3].

Darbo aktualumas: šiuo metu kiekvienas ES gyventojas per metus sunaudoja apie 16 tonų medžiagų, iš kurių 10 tonų yra medžiagų atsargos (infrastruktūra, būsto ir ilgalaikio naudojimo prekės), o 6 tonos pašalinamos iš ekonomikos procesų kaip atliekos. 2011 m. 37 proc. atliekų buvo pašalinta sąvartynuose, 23 proc. – sudeginta ir mažiau kaip 40 proc. – panaudota, perdirbta arba pakartotinai panaudota. Vienas iš pagrindinių tikslų – padėti išnaudoti Europos Sąjungos ekonomikos galimybes, kad ji galėtų būti produktyvesnė, kartu naudojant mažiau išteklių ir pereinant prie atgautų iš sąvartynų medžiagų naudojimo - perdirbant, naudojant pakartotinai arba išgaunant energiją (kaip kurą)[24].

Medžiagų atgavimas iš sąvartynų procesas vadinamas sąvartynų kasyba [17]. Sąvartynų kasyba yra naudinga ne tik dėl atgautų medžiagų perdirbimo ar energijos išgavimo galimybių. Šis procesas sustabdytų sąvartynų teritorijų plėtojimą, leistų sumažinti senų sąvartynų apimamas vietas. Perkasus senuosius sąvartynus, atveriamos galimybės jų plote plėtoti naujas infrastruktūras, gerinti kraštovaizdį [13].

Milžiniškais šuoliais augantis suvartojimas jau prieš kelis dešimtmečius pakėlė žaliavų kainas, dėl gamybos apimčių augimo padidėjo ir aplinkos tarša, nes atliekų kiekiai augo tokiu pat greičiu. Šis augimas iškėlė problemas: susijusias su kai kurių metalų trūkumu (konkrečiai vario) ir jų gamtinių rezervų ištuštėjimu. Su šia tendencija sąvartynų kasyba įgavo didelį potencialą ir šiuo procesu susidomėjo daugelis šalių [3]. Pradėta gilintis į kasybos technologijas ir į atgautų medžiagų savybes, kurios nulemia jų naudingumo koeficientą,

panaudojimą [13]. Viena iškastų atliekų paruošimo panaudojimui technologinių stadijų yra jų plovimas.

Darbo tikslas: nustatyti iš sąvartyno atgautų medžiagų plovimo proceso įtaką jų savybėms ir plovimo vandenų charakteristikas.

Darbo uždaviniai:

1. Atlikti iš Alytaus regioninio sąvartyno paimtų atliekų frakcijų (plastikų ir tekstilės) plovimą laboratorinėmis sąlygomis, naudojant distiliuotą vandenį ir vandentiekio vandenį.
2. Ištirti plovimo vandenų charakteristikas – permanganatinę oksidaciją ir sunkiųjų metalų koncentracijas;
3. Ištirti nuo atliekų nuplautų suspenduotų dalelių (tekstilės ir plastiko) charakteristikas – lakiąją dalį, peleningumą;
4. Atlikti palyginamuosius atliekų frakcijų prieš ir po plovimo tyrimus - lakiąją dalį, peleningumą.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

Literatūros apžvalga atlikta sąvartynų kasybos, atgautų medžiagų savybių ir jų panaudojimo temomis. Apžvelgiami įvairių šalių moksliniai straipsniai, ataskaitos, aplinkos apsaugos įstatymai ir normatyvai. Šiame skyriuje apibrėžtos pagrindinės sąvartynų kasybos temai būdingos sąvokos.

1.1 Sąvartynų kasyba

1953 metais, Izraelyje, Tel Aviv mieste pirmąjį kartą buvo paminėta sąvartynų kasybos sąvoka [11]. Ji buvo panaudota straipsnyje, kuriame aptariama problema - kaip pagerinti dirvos kokybę vaisių soduose. Tyrimai ir įvairūs projektai buvo vykdomi Europoje, JAV ir Azijoje

Sąvartynų kasybos sąvoką J. Krook apibūdina: "procesas padedantis atgauti medžiagas iš atliekų, kurios anksčiau buvo palaidotos po žeme" [13].

Europos komisija paruošė ir priėmė 1999 m. direktyvą 1999/31/EB, kurios turi laikytis naujai įstojančios šalys ir valstybės narės. Tarybos direktyvoje 1999/31/EB dėl atliekų sąvartynų (patvirtinta 1999 m.) nustatyti sąvartynų statybos, eksploatacijos, kiti reikalavimai bei atliekų priėmimo kriterijai, siekiant išvengti arba sumažinti sąvartynuose, šalinamų atliekų keliamą pavojų aplinkai ir žmonių sveikatai.

Direktyvoje nurodoma, kad tiek esamuose, tiek naujuose sąvartynuose susidarantis metanas turi būti surenkamas ir panaudojamas arba sudeginamas, o sąvartynų filtratas - surenkamas ir išvalomas iki normatyvų. Nustatyti reikalavimai į sąvartynus patenkantiems biologiškai skaidžių komunalinių atliekų kiekiams.

2016 m. prasideda naujas etapas, kai biologiškai skaidžių komunalinių (BSK) atliekų kiekio mažinimo norma bus padidinta iki 65 proc., palyginti su 1995 m. Tačiau kai kurioms valstybėms narėms (tame tarpe – ir Lietuvai), kuriose 1995 m. daugiau nei 80 proc. komunalinių atliekų buvo išvežama į sąvartynus, suteikti dar ketveri metai įsipareigojimams įvykdyti. Šios valstybės narės iki 2010 m. į sąvartynus patenkantį BSK atliekų kiekį turėjo sumažinti 25 proc., o iki 2013 m. – 50 proc. [25].

Sąvartynų kasybos tema visame pasaulyje yra žinoma daugiau kaip šešiasdešimt metų. Sąvartynų kasybos procesas, padeda sumažinti sąvartynų keliamą žalą aplinkai ir tuo pačiu išgauti naudingų, perdirbimui ar antriniam naudojimui tinkamų, medžiagų. "Šis procesas

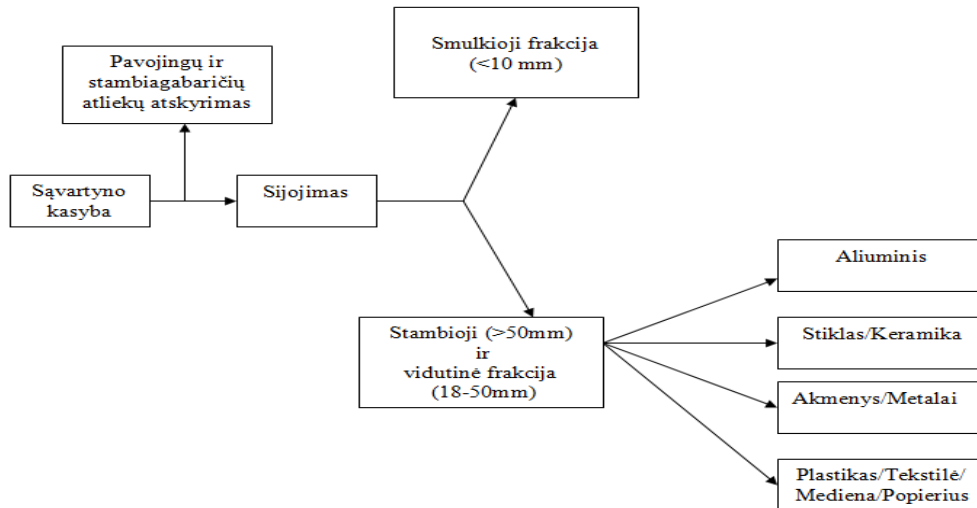
pradėtas aktyviau tirti pirmiausiai dėl kraštovaizdžio tvarkymo ir aplinkos taršos", pastebi straipsnio autorius J. Krook [17]. Tik vėliau pradėta domėtis galimybe atgauti naudingas medžiagas iš sąvartynų, taip sumažinant žemės išteklių vartojimą [14].

"Europos sąjungoje yra maždaug 150000 - 500000 veikiančių ir jau uždarytų sąvartynų, kurie gali suteikti didelį srautą antrinių žaliavų ir energijos" [13]. "Nepaisant to, kad apie išteklių atgavimą iš sąvartynų yra daug kalbama visuomenėje ir kitose institucijose, literatūra susijusi su šia tema yra pakankamai skurdi" - pastebi mokslinių straipsnių autorius J. Krook. [17]

Sąvartynų kasybos projektams iškeliami tokie pagrindiniai tikslai [20]:

- Sąvartyno žemės ploto išsaugojimas.
- Sąvartyno bendro ploto sumažinimas.
- Sąvartyno egzistavimo laiko prailginimas.
- Pavojingų atliekų pašalinimas.
- Į aplinką išmetamų teršalų mažinimas.
- Energijos atgavimas.
- Atgautų medžiagų perdirbimas.
- Lėšų mažinimas valdymui.
- Vietos pertvarkymas.

Išnagrinėjus literatūros šaltinius, sąvartynų kasybos tema, galima pateikti technologinę schemą, kuri atspindi pagrindinius procesus, atliekamus sąvartynų kasybos metu. Technologinė schema pavaizduota 1 paveiksle. Schema gali kisti priklausomai nuo technologijos ir aparatūros, kuri bus naudojama sąvartyno kasybos procese (pvz. sietų dydis ir t.t.).



1 pav. Sąvartynų kasybos technologinė schema [2]

Daugelio straipsnių autoriai pabrėžia, kad siekiant sąvartyno kasybos proceso sėkmingumo ir efektyvumo, technologinę liniją turi sudaryti kuo daugiau atskyrimo procesų. Įrenginiai esantys technologinėje linijoje, turi būti didelio našumo ir efektyvumo, kad atgautos medžiagos būtų kuo mažiau sugadintos, tik tokiu atveju jos bus tinkamos tolesniam apdorojimui.

1.2 Atgautų medžiagų sudėtis

Atgautų (iškastų) atliekų sudėtis - sąvartyno kasybos proceso sėkmę ir įgyvendinimo pasisekimo dalį, labiausiai nulemiantis veiksnys. Dažname moksliniame straipsnyje autoriai pabrėžia, kad atliekų sudėtis - rodiklis, kintantis ir priklausantis nuo šalies ekonomikos lygio, komunalinių paslaugų lygio, taip pat ir turimų vandenvėlos sistemų ir procesų modernumo [3].

Surenkamų atliekų sudėtis skiriasi atsižvelgiant į regioną bei metų laiką. Tikslūs atliekų sudedamųjų komponentų kiekių svyravimai (moksliniuose šaltiniuose dar įvardinami kaip "variavimo koeficientai") pagrinde nustatomi realių bandymų metodu [23]

Dažniausiai iškastų atliekų sudėtyje aptinkama apie 50-60 proc. smulkiosios frakcijos. Smulkioji frakcija netinkama kuro gavybai, tačiau naudojama sąvartyno perdangai. Degių atliekų aptinkama apie 20-30 proc.[16]. Degioms atliekoms priskiriami plastikai, tekstilė, popierius ir kartonas, mediena bei guma. Taip pat atliekų sudėtyje randama apie 10 procentų stiklo ir akmenų, šitos atliekos priskiriamos inertinėms atliekoms. Metalų randama pati

mažiausia kiekio dalis (nepriklausomai nuo to, kad jie yra didelės piniginės vertės) - vos keli procentai [18].

Apžvelgiant, skirtingų autorių mokslinius straipsnius ir remiantis pateiktais sąvartynų kasybos atgautų medžiagų duomenimis, sudaryta 1 lentelė. Ji atspindi, atgautų medžiagų kiekius procentine dalimi, skaičiuojant nuo bendro iškasto atliekų svorio.

1 lentelė Atgautų atliekų sudėtis, remiantis skirtingais literatūros šaltiniais [3] [4] [15]

Atgautų atliekų sudėtis %						
	Atliekų frakcijos	Italija, Veneto regionas (2011 metų duomenys)	Belgija Houthalen, Remo sąvartynas ir (2011 metų duomenys)	Švedija, Gladsax sąvartynas (2003 metų duomenys)	Estija Kudzape Sąvartynas (2013 metų duomenys)	Tailandas (2008 metų duomenys)
Degios frakcijos	Popierius ir kartonas	20,6	3	7,2	7	3,3
	Plastikas	11,7	18	4,4	17	3,1
	Tekstilė	2,5	6	1,8	7	7,6
	Mediena	0,9	5	7,2	8	8
Nedegios frakcija	Metalai	2,3	2	1,6	6	6,4
	Stiklas	7	1	0,5	1	6,5
	Inertinė frakcija (aksmenys)	15	4	16	22	3,3
	Smulkioji frakcija (dirvožemis)	40	57	60	10	34

Iš 1 lentelėje pateiktų duomenų, galima pastebėti, kad apie trečdalis iškastų atliekų frakcijų (plastikas, popierius kartonas ir tekstilė) yra tinkamos energijai išgauti.

1.3 Atgautų medžiagų savybės

Norint nustatyti techninį medžiagų atgavimo įgyvendinamumą, būtina iširti jų savybes ir sudėtį [3]. Atliekų savybių stebėjimą galima įvardinti kaip parametą, kuris leidžia įvertinti sąvartyne, vyraujančias aplinkos sąlygas bei atgaunamų frakcijų kokybę. Šio stebėjimo metu iširtos savybės atlieka svarbų vaidmenį, pritaikant perdirbimo, šalinimo ir apdorojimo galimas technologijas ir būdus [15] [3].

Išskirti reikėtų pagrindines ir svarbiausias atgautų medžiagų savybes: *fizikines* (temperatūra, drėgmės kiekis, užterštumas, organinių medžiagų degradacija, atliekų tankis, atliekų granulimetrinė sudėtis, atliekų drėgnumas, drėgmės adsorbavimo rodiklis ir magnetinės savybės) ir *cheminės* (atliekų elementinė sudėtis, šilumingumas, peleningumas, lakioji atliekų dalis ir bendroji organinė anglis). Toliau darbe bus apibūdinamos visos šios savybės. Šio darbo projektinėje dalyje bus pateikiami iš sąvartyno atgautų tekstilės ir plastiko peleningumo, lakiosios medžagos dalies tyrimų duomenys.

Atliekų drėgnumas gali būti išreiškiamas dvejopai: drėgmės dalimi arba sausos liekanos dalimi. Atliekų drėgmė geba įtakoti atliekų deginimą (drėgmė mažina mišrių komunalinių atliekų (MKA) šilumingumą, deginant 6,5 MJ/kg ir mažesnio šilumingumo atliekas reikalingas papildomas kuras) ir biologiškai skaidžių atliekų tvarkymo technologijas. Ji priklauso nuo vandens kiekio ir biologiškai skaidžių atliekų dalies bendrame MKA sraute [23].

Atliekų granulimetrinė sudėtis charakterizuojama pagal atliekų dalelių didžiausią matmenį ir sieto, pro kurį atliekos gali būti prasijojamos, akutės išmatavimais. Šie duomenys reikalingi projektuojant atliekų rūšiavimo procesų įrangą, pvz., mechaninį sijotuvą [23].

Atliekų drėgmės absorbavimo rodiklis, arba *drėgmės kiekis*, kurį savyje gali sulaikyti atliekos, veikiamos tik gravitacijos jėgos, naudingas projektuojant sąvartynus ir nustatant iš atliekų išsiskyrusį filtratą. Drėgmės kiekis priklauso nuo atliekų sudėties, rūšies, dujų bei filtrato surinkimo sistemų tipo, sąvartyno vietos klimato sąlygų ir kitų tarpusavyje susijusių veiksnių. Moksliniuose straipsniuose rašoma, kad atgautų medžiagų frakcijos (smulkioji frakcija, tekstilė, popierius, mediena), galinčios absorbuoti drėgmę, pasižymi didesniu drėgmės kiekiu nei lyginant su ta, kuri nesugeria drėgmės. Drėgmės kiekis turėtų būti nuo 40 iki 70 procentų, siekiant optimalios biologinės veiklos sąvartyne.[22] [23].

M. Chester savo straipsnyje pateikia atgautų medžiagų drėgmės kiekio svyravimus, jie pateikti 2 lentelėje.

2 lentelė .Skirtingoms frakcijoms būdingas drėgmės kiekis % [6]

Frakcijos	Drėgmės kiekis %		
	Mažiausios vertės	Vidutinės vertės	Didžiausios vertės
Popierius	2	6,25	16
Kartonas	4	11,28	24
Kietasis plastikas	1	7,50	18
Tekstilė	0,2	7,24	28
Plastiko plėvelės	4	11,31	24
Stiklas	1	2,25	4

Atliekų laidumas, arba atliekų hidraulinis pasipriešinimas, savybė, kuri lemia dujų ir skysčių judėjimą atliekų sąvartynuose [23].

Temperatūra. Veikiančiose sąvartynuose temperatūra yra didesnė už aplinkoje vyraujančią temperatūrą. Temperatūros lygį pakelia sąvartyne vykstantys kietųjų medžagų biologiniai skilimai, taip pat didesnę temperatūrą išlaiko ir tai, kad sąvartyne esančios medžiagos veikia kaip izoliacinės [12]. Visi procesai vyksta žemės gelmėse, todėl šilumos nuostoliai yra labai maži. Temperatūra įtakoja daugelį fizikinių, cheminių, mikrobiologinių procesų [22] [23].

Organinių medžiagų degradacija. Vykstam šiam procesui sumažėja bioskaidžių medžiagų kiekiai priklausomai nuo atliekų amžiaus [23].

Užterštumas. Esant dideliame drėgmės kiekiui ir atliekų pasidengimui (prilipimui) kietosiomis dalelėmis ar netinkamai vykdant atliekų rūšiavimą sumažėja atgaunamų medžiagų procentas. Atsižvelgiant į užterštumo laipsnį (pasidengimą kietosiomis dalelėmis ir drėgmės kiekį) sprendžiama kur įmanoma panaudoti atgautas medžiagas ir kokios perdirbimo galimybės. Kasybos metu iš sąvartyno atgautos medžiagos turi būti tinkamos formos, kad jas būtų galima perdirbti ar paruošti antriniam naudojimui, todėl kuo didesnis užterštumo rodiklis tuo daugiau apdorojimo operacijų joms tenka atlikti [3][22].

Atliekų tankis. Jis parodo kiek sveria atliekų tūrio vienetas. Atliekų tankis yra skirtingas, nes jį įtakoja atliekų sudėtis (žr.3 lentelėje). Dažniausiai mišrių komunalinių atliekų tankis didesnis vietovėse, kur susidaro daugiau biologinių atliekų ir mažesnėse vietovėse, kuriose susidaro daugiau popieriaus ir kartono (daugiau komercinių įmonių) arba susidaro daugiau pakuočių atliekų. Žinios apie atliekų tankį svarbios pasirenkant atliekų apdorojimo technologiją, pvz. tankintuvą. 4 lentelėje pateikti skirtingi atliekų tankiai priklausomai nuo gerbūvio [23].

3 lentelė Atliekų tankio priklausomybė nuo atliekų sudėties [23]

Atliekos	Tankis (kg/m ³)
	Vidutinis
Maisto atliekos	290
Popierius ir kartonas	70
Plastikų atliekos	60
Stiklo atliekos	200

3 lentelės tęsinys kitame puslapyje

Stiklo atliekos	200
Metalo atliekos	200
Tekstilės atliekos	60
Pelenai ir dulkės	500

4 lentelė. Dažniausiai pasitaikantis mišrių komunalinių atliekų tankis skirtingo gerbūvio šalyse [23]

Šalis kurioje:	Atliekų tankis (kg/m ³)
gyventojai gauna dideles pajamas 100 – 175	100 - 175
gyventojai gauna vidutines pajamas 175 – 330	175 - 330
gyventojai gauna mažas pajamas 330 - 600	330 - 600

Magnetinės atliekų savybės. Naudingos siekiant atskirti feromagnetinius metalus nuo bendro atliekų srauto.

Elementinė sudėtis. Ruošiant atgautas atliekas deginimo procesui, svarbu žinoti ar jose nėra priemaišų, kurios gali pakenkti deginimo procesui ar patenkti į aplinką kaip pavojingi teršalai. Skirtingoms atgautų medžiagų frakcijoms būdinga elementinė sudėtis, pateikta 5 lentelėje.

5 lentelė. Elementinė frakcijų sudėtis ir peleningumas % [6]

Frakcija	Elementinė frakcijų sudėtis (% sausosios masės)					Peleningumas
	C	H	O	N	S	
Popierius	45,94	6,35	38,55	0,48	0,21	8,47
Kartonas	44,85	5,98	43,38	0,18	0,20	5,41
Kietasis plastikas	73,81	11,90	4,83	0,25	0,13	9,09
Tekstilė	47,64	6,30	35,46	3,04	0,23	7,33
Plastiko Plėvelės	44,77	6,08	32,45	1,74	0,36	14,60
Stiklas	0,5	0,10	0,40	0,10	0	98,90

Iš lentelėje pateiktų duomenų galima pastebėti, kad geriausiai kuro gamybai tinkančios atliekos kartonas, popierius, tekstilė ir plastikai, savo sudėtyje turi didelius kiekius elementinės anglies ir deguonies.

Šilumingumas. Ši savybė dažniausiai nustatoma popieriui, kartonui, tekstilei ir plastikui [žr. 6 lentelę]. Šios medžiagos gali būti naudojamas kaip kuras, jei jų šilumingumo vertės yra aukštos [21].

Peleningumas. Apibrėžia atliekų deginimo metu susidariusių pelenų kiekį. Didelis kiekis pelenų įvardija prastą kuro kokybę. Peleningumo savybė taip pat yra priklausoma ir nuo

elementinės medžiagos sudėties. Šia priklausomybę galima pastebėti iš 5 lentelėje pateiktų duomenų.

Lakioji atliekų dalis. Atgautoms medžiagoms degant uždaroje sistemoje yra prarandama tam tikra atliekų dalis, kuri ir vadinama lakiąja.

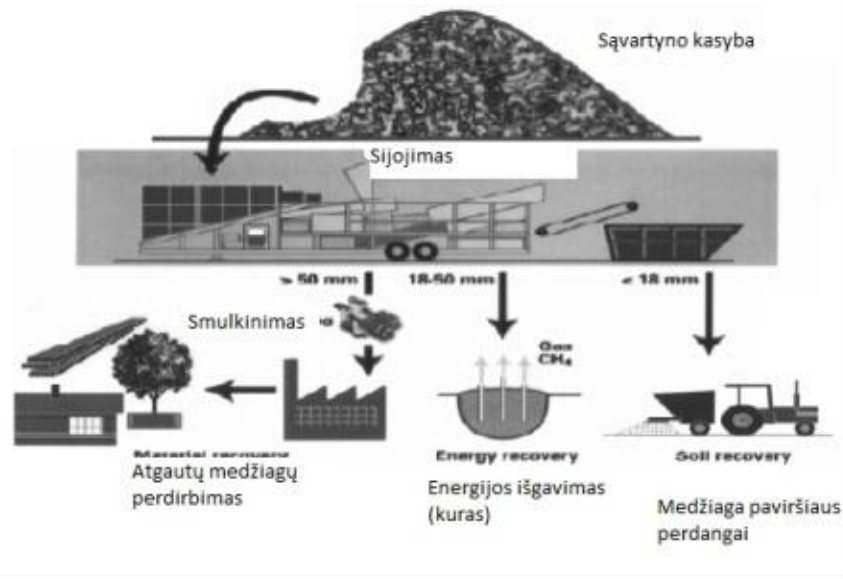
Bendra organinė anglis - po kaitinimo proceso likusi degi liekana.

6 lentelė. Degių atgautų medžiagų pagrindinės fizikinės - cheminės savybės [9].

	Tekstilė	Plastikas	Popierius
Drėgmės kiekis %	21,41	2,93	17,11
Peleningumas %	8,86	2,39	7,07
Lakioji dalis %	83,87	94,95	84,08
Aukščiausia šilumingumo vertė kJ/kg	14,129	38,361	14,106
Žemiausia šilumingumo vertė kJ/kg	12,771	36,228	12,622

1.4 Atgautų medžiagų panaudojimo galimybės

Kaip ir paminėta šio darbo įvade, žemės gamtiniai išteklių nuolat senka, o sąvartynai yra pilni medžiagų, kurias galima panaudoti pakartotinai ar paversti biokuru.



2 pav. Sąvartyno kasybos procese atgautų medžiagų panaudojimo galimybės [20]

Pirmiausiai reiktų pabrėžti, kad iš sąvartyno atgautų medžiagų kiekis, kuris būtų tinkamas antriniam panaudojimui priklauso nuo [20]:

- fizinių ir cheminių medžiagų savybių,
- kasybos procesui parinktos technologijos ir įrengimų kokybės,
- efektyvumo lygio, pritaikant technologiją.

Iš sąvartynų atgautų medžiagų panaudojimas skirstomas į tris pagrindines grupes (žr. 2 pav.):

1. priklausomai nuo sąvartyno būklės, jo amžiaus ir regioninės padėties sąvartyno perdanga (<18 mm smulkioji frakcija) gali būti naudojama pakartotinai, kelių tiesimo įmonėse kaip užpildas arba po kasybos proceso sąvartynas gali būti vėl ja uždengtas [11];
2. būtinas vertingų metalų atskyrimas (pvz. vario ir aliuminio);
3. likusios iškastos medžiagos, kurių dydis yra tarp 18 ir 50 mm gali būti panaudotos energijos gamybai (kaip kuras), perrūšiuojamos atrenkant tinkančias perdirbui (>50mm) ir likusios liekanos užkasamos.

Plastikas - skirstomas į dvi rūšis: kietąjį ir minkštąjį (plėvelę). Plastiko irimo trukmė yra labai ilga, todėl ši sąvartynuose, esanti atlieka turi daug perspektyvų antriniam panaudojimui arba kuro gamybai. Plaunant kasybos metu atgautą plastiką, padidinamas šilumingumo kiekis - tai dar vienas plastiko privalumas, energijos gamybos procese.

Metalinės pakuotės - gali būti perdirbamos ir pakartotinai panaudotos, jas išlydžius. "Kaip matyti aliuminio skardinių perdirbimas, vien skardinės gamybos procese leidžia daugiau nei 50 % sumažinti vandens ir energijos sąnaudas, taip pat oro taršą CO₂, NO_x, SO₂, bei atliekų, patenkančių į sąvartyną, kiekį (daugiau nei 80 %). Perdirbimas taip pat ženkliai mažina ir vandens nuotekų užterštumą: nuotekose mažiau suspenduotų dalelių (virš 80 % mažiau), alyvų ir riebalų (apie 50 %), organinių junginių (65 %), sieros, metalų (90 %)." [25].

Popieriaus (kartono) atliekas, priklausomai nuo popieriaus (kartono) rūšies, galima perdirbti 4-6 kartus. Popieriaus pagrindą sudaro supinti ilgi celiuliozės plaušeliai. Popieriaus (kartono) perdirbimas nėra begalinis ciklas. Kiekvienas perdirbimo procesas mažina plaušelių ilgį. Ilgainiui popieriaus plaušeliai pasidaro tokie maži, kad neįmanoma jų sulipinti be papildomų medžiagų ar pirminės žaliavos – celiuliozės. Norint pagaminti vieną kilogramą popieriaus, reikia ne mažiau kaip 60 litrų vandens. Perdirbant popierių, sunaudojama mažiau cheminių medžiagų, iki 80 % mažiau vandens, iki 65 % mažiau energijos, o oro tarša sumažinama net 95 % lyginant su medienos gamyba. Tačiau sąvartyno kasybos metu, atgauti tinkamos kokybės popierių perdirbimui labai sunku, nes jis būna paveiktas žemėje vykstančių bioskaidymo procesų. Didžioji dalis atgauto popieriaus suvartojama deginimui.

1.5 Sunkieji metalai

Sunkieji metalai yra amžini teršalai, jie nesuyra, o tik keliauja iš vienos ekologinės nišos į kitą. Pavojaingas ne tik atskirų pavojingų cheminių teršalų, bet ir jų bendras – sinergetinis veikimas (jis yra išreiškiamas suminiu dirvožemio užterštumo rodikliu Z_d (HN 60:2004)). Dauguma sunkiųjų metalų pasižymi bent keliomis neigiamo poveikio savybėmis: kancerogeniniu, mutageniniu, teratogeniniu, o taip pat – ir gonado – , embrio -, nefro – arba neurotoksinu poveikiu [26].

Iš praeities kartu su senaisiais, jau nebeveikiančiais sąvartynais paveldėjome ir jų poveikio žemės gelmėms padarinius. Kaip rodo ką tik apibendrinti Lietuvos geologijos tarnybos (LGT) prie Aplinkos ministerijos atliktų tyrimų rezultatai, leistinas normas viršijanti tarša nustatyta arti pusės (40 proc.) tirtų senų šiukšlynų ir mažų sąvartynų, 63 proc. buitinių atliekų sąvartynų ir 80 proc. didžiųjų miesto sąvartynų aplinkoje. Visi šie buitinių atliekų sąvartynai jau nebeveikiantys. Dauguma jų – 612 – uždaryti [24].

Sąvartynų poveikis aplinkai labiausiai priklauso nuo jų dydžio ir sukauptų atliekų kiekio. Seniesiems sąvartynams, kuriuose paliktos atliekos, buvo sudarytos poveikio požeminiam vandeniui stebėsenos programos. Šio vandens monitoringas 2006-2012 m. buvo atliekamas 101 sąvartyne. Tyrimų rezultatai rodo, kad daugumos sąvartynų poveikis gruntiniam vandeniui yra lokalus. Tačiau dideli sąvartynai, kuriuose yra palankios hidrogeologinės sąlygos taršai sklaidytis, teršia ir aplinkinių teritorijų gruntinį vandenį. 2012 m. duomenimis, 64 sąvartynų (iš 98) gruntiniame vandenyje ribines vertes viršijo kai kurios cheminės medžiagos – amonis, chloridai, nitratai, sunkieji metalai.

7 lentelė Sunkieji metalai aplinkoje [27].

Į aplinką Cd patenka iš radijo- ir elektrotechnikos, metalo apdorojimo, akumuliatorių, trašų gamybos ir daugelio kitų įmonių, galvanikos cechų. Cd yra autotransporto ir energetinių jėgainių išmetimuose, cinkuotų dangų korozijos produktuose, dažuose, galvaniniuose maitinimo elementuose, plastmasėje ir daugelyje kitų gaminių. Cd, kaip ir Ag, yra vienas iš geriausių aplinkos taršos indikatorių.

Į aplinką Co patenka apdorojant specialų atsparų ugniai bei mechaniniam poveikiui legiruotą plieną, iš metalo apdorojimo ir įrankių gamybos, su energetinių įmonių suodžiais. Jis panaudojamas dažų (keramikai ir stiklui), sausų galvaninių elementų gamyboje.

Į aplinką Cr patenka iš metalo ir odos apdorojimo, įrankių gamybos, energetinių įmonių, galvanikos cechų. Cr panaudojamas pigmentų (dažams), degtukų, pirotechnikos priemonių, katalizatorių, poliravimo medžiagų, kaitinimo elementų krosnims, cheminės įrangos, guolių ir

- labai plačiai - legiruotų metalų gamyboje.
Plačiai Cu naudojamas elektro- ir radiotechnikoje. Į aplinką jis patenka ne tik iš paminėtų įmonių bei jų gaminių, bet ir ruošiant spalvotus metalus, su pesticidais, atliekant suvirinimo darbus, deginant kūrą, su autotransporto išmetimais. Plačiai panaudojamas buityje. Cu, kaip ir Ag bei Cd, yra vienas iš geriausių aplinkos taršos indikatorių.
Į aplinką Mn patenka iš metalo apdorojimo, galvaninių elementų gamybos, cheminės sintezės įmonių, o taip pat - suvirinant ir pjaustant metalą, deginant kūrą. Jis panaudojamas legiruoto plieno, dažų, feritų, porceliano, medicininių preparatų, katalizatorių, medienos konservantų, trąšų gamyboje. Mn yra specialiuose fungiciduose, autotransporto (antidetonacinis priedas), energetinių įmonių išmetimuose.
Į aplinką Ni patenka iš metalo apdorojimo, mašinų ir įrankių gamybos, chemijos pramonės, transporto, šiluminės energetikos (mazutu ir anglimi kurenamų elektrocentralių ir katilinių) įmonių, galvaninių cechų. Ni naudojamas įvairių lydinių (jų žinoma virš 3000), pasižyminčių specialiomis svarbiomis mechaninėmis, antikorozinėmis, magnetinėmis ar elektrinėmis bei termoelektrinėmis savybėmis, šarminių akumuliatorių gamyboje, plačiai - kaip katalizatorius.
Pb plačiai panaudojamas kabelių, apsaugos ekranų, tetraetilo, pigmentų, įvairių lydinių, stiklo, glazūros, emalių, tepalų, plastmasių (stabilizatorius), insekticidų, sprogmenų, akumuliatorių, dažų (tame tarpe - atsparių atmosferos poveikiui), pjezoelektrikų gamyboje, poligrafijoje. Į aplinką iki šiol ypač daug Pb patenka su autotransporto išmetamomis dujomis, jo yra energetinių įmonių suodžiuose.
Zn labai plačiai pramonėje, poligrafijoje ir buityje naudojamas cheminis elementas. Jų produkcijos, o taip pat visuotinis cinkuotų dangų panaudojimas ir jų erozija sąlygoja intensyvią ir plačiaelemento emisiją aplinką. Zn yra vienas iš geriausių aplinkos taršos indikatorių

1.6 Apibendrinimas

Siekiant sustabdyti žemės išteklių nykimą ir atliekų kiekių augimą, būtina plėtoti žaliavų atgavimo iš sąvartynų temą. Norint pilnai išnaudoti sąvartyno kasybos proceso efektyvumą, būtina ištirti kaip įmanoma daugiau atliekų savybių ir rodiklių. Viso to reikia tam, kad būtų galima pasiekti kuo didesnę sąvartynų kasybos našumą.

Lietuvoje sąvartynų kasyba dar tik pradeda domėtis. Užsienio literatūroje ši tema paliesta šiek tiek plačiau. Šiame skyriuje supažindinama su sąvartynų kasybos procesu,

pagrindinėmis atgautų medžiagų savybėmis ir charakteristikomis. Aptarti atgautų medžiagų panaudojimo būdai.

Sekančiame šio darbo skyriuje bus aprašoma eksperimentinio tyrimo metodika.

2. METODINĖ DALIS

Šiame magistro darbo skyriuje bus pateikta informacija apie bandinių kilmę, jiems atliktus eksperimentinius tyrimus, darbo eigą, naudotas chemines medžiagas ir aparatūrą.

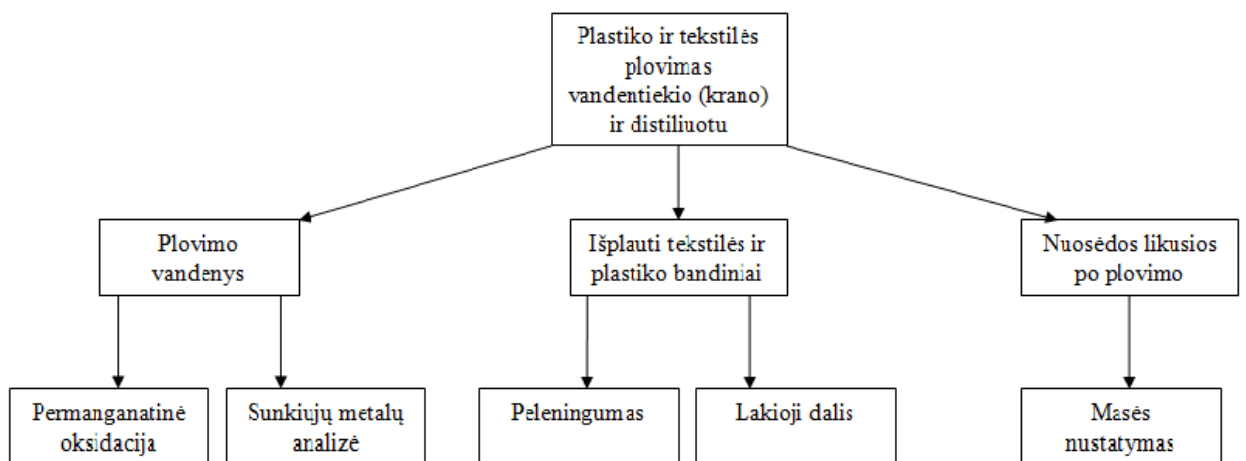
2.1 Bandinių pirminis apdorojimas

Eksperimentiniam tyrimui buvo naudojamos dvi iš sąvartyno atgautų medžiagų frakcijos - tekstilė ir minkštas plastikas (žr. 3 pav) Šios frakcijos pasirinktos, kadangi yra priskiriamos prie tinkamiausių atgautų medžiagų perdirbimui ir energijos gamybai.

Iš šių dviejų frakcijų paruošti 27 plastiko ir 27 tekstilės bandiniai, (kiekvienam gręžinio metrui po tris plastiko ir tekstilės bandinius) kiekvienas iš jų svėrė po 1 gramą, (sverta 0,001 gramo tikslumu). Tyrimui naudoti bandiniai sužymėti taip: nurodant gylį, iš kurio paimti, frakcijos tipą (tekstilė ar plastikas), vandens rūšis, naudojama plovimui ir plovimo skaičiaus numerį (pvz: I, tekstilė, distiliuotas vanduo, 1 plovimas ir t.t.). Bandiniai buvo analizuojami pagal pateiktą tyrimo eigos schemą.



3 pav. Tekstilės ir plastiko bandiniai.



4 pav. Tyrimo eigos schema.

2.2 Atgautų medžiagų plovimas

Bandiniams buvo pritaikytas laboratorinis plovimo procesas, siekiant išsiaiškinti tiriamų iš Alytaus regioninio sąvartyno 1 – osios sekcijos iškastų atliekų pokyčius. Plaunant atliekas nuo didesnių degių atliekų frakcijų dalelių pašalinama smulkioji neorganinė ir humusinė dalis, taip išgryninama degioji frakcija, be to plastiko šilumingumas padidėja ji plaunant.

Atgautų medžiagų bandiniai buvo plaunami distiliuotu ir vandentiekio (krano) vandeniu. Plovimas kartojamas du kartus. Plovimo procesas atliekamas visiems, devynių metrų bandiniams, pradedant 2-uoju metru.

Aparatūra, indai ir medžiagos:

1. Elektroninės analitinės svartyklės.
2. 200 ml plokščiadugnės kūginės kolbos .
3. Elektrinė purtyklė.
4. Distiliuotas vanduo.
5. Vandentekio vanduo.

Plovimui naudojami paruošti 1 gramo svorio tekstilės ir plastiko bandiniai. Jie dedami į 200 ml kūgines kolbas ir užpilami 150 ml distiliuoto vandens (paruošiama po 3 mėginius su plastiko ir tekstilės bandiniais). Poto statomi į elektrinę purtyklę ir purtomi (plaunami) 180 aps/min greičiu, aplinkos temperatūroje (298 ± 2 K) 2 valandas. Po 2h iš kolbų išimami plastiko ir tekstilės bandiniai, o kieta/skysta fazės atskiriama filtruojant.

Išimti tekstilės ir plastiko bandiniai antrą kartą dedami į 200 ml kūgines kolbas ir užpilami 150 ml distiliuoto vandens. Statomi į elektrinę purtyklę ir purtomi (plaunami) 180 aps/min greičiu, aplinkos temperatūroje (298 ± 2 K) 2 valandas. Po 2h iš kolbų išimami tekstilės ir plastiko bandiniai, o kieta/skysta fazės atskiriama filtruojant. Išplautos tekstilės ir plastiko bandiniai panaudoti peleningumui ir lakiai daliai nustatyti, atskirtai skystai fazei (filtratui) atliekamas ChDS_{Mn} tyrimas ir naudojant AAS analizę nustatomas sunkiųjų metalų Cu, Mn, Cr, Cd, Pb, Co, Ni, Zn kiekis.

Analogiškai mėginiai plaunami naudojant vandentiekio vandenį.

Mokslinių straipsnių autoriai taip pat atliko atliekų plovimo laboratorinėmis sąlygomis, tačiau jie plovimą pritaikė neatskiroms atliekų frakcijoms, o plovė mišrius bandinius. R. Cossu savo moksliniame straipsnyje aprašo atliekų plovimui naudojamas 500 kg mišrių atliekų (atliekų

dydis < 4 mm) ir 5 litrus dejonizuoto vandens [4]. Plovimui naudota purtyklė, maišoma buvo 20 aps. min greičiu. Plovimo procesas buvo vykdomas, 3, 6, 12, 24 ir 48 valandas. Kitame straipsnyje plovimas atliktas 5 kg atliekų su 25 l vandens, plovimo trukmė 6 val. [3].



2.3 Permanganatinė oksidacija (ChDS_{Mn})

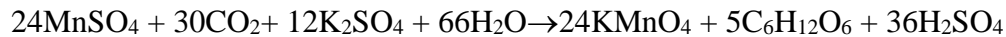
Aparatūra, indai ir medžiagos:

1. 250 ml plokščiadugnės kūginės kolbos.
2. Vandens vonia
3. Biuretė.
4. Pipetės.
5. Elektrinė plytelė.
6. Keičiamo tūrio 100-1000 μl automatinė pipetė su keičiamais vienkartiniais plastikiniais antgaliais.
7. Sieros rūgšties H₂SO₄ praskiestas (1:2) tirpalas.
8. Oksalo rūgšties H₂C₂O₄ x H₂O 0,1 N tirpalas.
9. Kalio permanganato KMnO₄ 0,1 N tirpalas.
10. Distiliuotas vanduo.

Permanganatinė oksidacija (ChDS_{Mn}) – tai vienas iš netiesioginių metodų, naudojamų kiekybiniams organinių medžiagų tyrimams gamtiniuose vandenyse. Organinės medžiagos gamtiniuose vandenyse gali būti įvairių organizmų gyvybinės veiklos produktai ir atneštinės. Jos į paviršinius vandenį patenka su atmosferos krituliais, buitinėmis ir pramoninėmis nuotekomis ir k.t. Suminiam organinių medžiagų kiekiui

nustatyti taikomi netiesioginiai vertinimo būdai, kurių esmę sudaro organinių medžiagų ardymas neorganiniais oksidatoriais.

Metodo esmė. Metodo principas pagrįstas kalio permanganato gebėjimu rūgščioje terpėje oksiduoti vandens mėginyje esančias organines medžiagas. Nors KMnO_4 reaguoja su daugeliu organinių medžiagų, esančių tiriamajame vandenyje, tačiau metodo esmei suprasti pakanka sekančios lygties:



Nesunaudotas oksidacijai KMnO_4 likutis redukuojamas oksalo rūgštimi, o pastarosios perteklius nutitruojamas kalio permanganato tirpalu.

Filtrato analizė: imama 10 ml filtrato (vanduo, kuriame buvo plauti plastiko ir tekstilės bandiniai), jis skiedžiamas iki 100 ml distiliuotu vandeniu. Įpilama 5 ml praskiestos (1:2) sieros rūgšties ir 10 ml 0,01 N kalio permanganato tirpalo. Mišinys kaitinamas ant elektrinės plytelės taip, kad užvirtų per 5 min. ir virinamas 10 min. Į karštą tirpalą įpilama 10 ml 0,01 N oksalo rūgšties. Tirpalas tampa bespalvis ir tuoj pat dar karštas (80-90 °C temperatūros) nutitruojamas 0,01 N kalio permanganato tirpalu iki silpnai rožinės spalvos, nepranykstančios per 30 sek. Titravimo metu tirpalo temperatūra neturi būti žemesnė negu 80°C. Lygiagrečiai atliekamas aklasis bandymas. Vietoj mėginio imama 100 ml distiliuoto vandens ir atliekamos visos procedūros, kaip ir analizuojant mėginį. Jeigu titravimui vartojama daugiau kaip 0,5 mL kalio permanganato, tai distiliuotas vanduo yra nepatenkinamos kokybės. Dar karštas nutitruotas aklas bandinys panaudojamas kalio permanganato normalumui nustatyti.

Permanganatinės oksidacijos rodiklio tyrimo rezultatai apskaičiuojami pagal formulę:

$$x = \frac{(a - b) \cdot N \cdot 8 \cdot 1000}{V} \quad (1)$$

čia: a – mėginiui titruoti suvartotas 0,01 N kalio permanganato tirpalo tūris, ml;

b – aklam bandyniui titruoti suvartotas 0,01 N kalio permanganato tirpalo tūris, ml;

N - kalio permanganato ekvivalentinė koncentracija, mol/L;

8 - deguonies ekvivalentas;

V - analizei paimto tiriamo vandens mėginio tūris, ml.

2.4 Peleningumo ir lakios dalies nustatymas

Peleningumo nustatymui naudota: mufelinė krosnelė, keraminiai tigliai, analitinės svarstyklės.

Pasverti skirtingų frakcijų bandiniai, deginti 550°C temperatūroje, vėliau temperatūra pakelta iki 830°C temperatūros, laikyta 2 valandas. Išdeginus, tigliai aušinami eksikatoriuje.

Peleningumas nustatinėjamas tekstilės ir plastiko frakcijoms prieš plovimą ir po plovimo. Po plovimo proceso peleningumui nustatyti naudoti, išplauti tekstilės ir plastiko bandiniai.

Peleningumas, išreikštas procentais %

$$Peleningumas\% = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100\% \quad (2)$$

čia :

m_1 - mėginio masė po džiovavimo, g;

m_2 - mėginio masė po deginimo, g.

Lakių medžiagų nustatymui atliekos džiovintos termostate 105°C temperatūroje iki pastovaus svorio, atvėsintos, laikytos eksikatoriuje, pasvertos. Vėliau atliekos kaitintos mufelinėje krosnelėje 550°C temperatūroje, atvėsintos, laikytos eksikatoriuje ir pasvertos. Lakių medžiagų nustatymui palyginti sausų ir išdegusių atliekų svoriai.

Lakioji dalis nustatinėjama prieš ir po plovimo, plautiems bandiniams.

Lakių medžiagų kiekis, išreikštas procentais %

$$Lakios\ medžiagos\% = \frac{m_1 - m_3}{m_1} \cdot 100\% \quad (3)$$

čia :

m_1 - mėginio masė po džiovavimo, g;

m_3 - pelenų svoris, g.

2.5 Sunkiųjų metalų Cu, Mn, Cr, Cd, Pb, Co, Ni, Zn kiekio nustatymas plovimo vandenyje atominės absorbcijos spektroskopijos metodu



5 pav. Liepsnos atominis absorbcinis spektrometras

Metodo esmė. Atominė absorbcinė spektrinė analizė pagrįsta elektromagnetinės spinduliuotės srauto atrankine absorbcija, analizuojamos medžiagos nesužadintaisiais atomais. Elektromagnetinės spinduliuotės kvanto absorbcijos metu valentinis atomo elektronas sužadinas ir peršoka iš pagrindinio energijos lygmens į artimiausią leistiną energijos lygmenį. Rezonansinė spinduliuotė, einanti per plazmą, susilpnėja.

Šis analizės metodas tinka tik tiems elementams nustatyti, kurie plazmoje gali egzistuoti kaip laisvieji atomai (atominės dujos). Tiriamoji medžiaga virsta laisvaisiais atomais (atomizuojama) plazmoje. Atomizacijai reikalinga apie 2000—3000 °C temperatūra. Šiame temperatūrų intervale apie 90 % atomų yra nesužadinti. Vienas iš atomizavimo būdų yra tiriamojo tirpalo išpurškimas liepsnoje aerozolio pavidalu.

Atominė absorbcinė spektrinė analizė – patogus ir spartus metodas elementų kiekiui nustatyti įvairios kilmės medžiagose. Kokybinės analizės metu stebima, ar ieškomojo elemento būdingam bangos ilgiuje vyksta elektromagnetinės spinduliuotės absorbcija, ar ne.

Dažniausiai atominė absorbcinė spektrinė analizė jautriau nustatomi tik tie elementai, kurių yra dideli sužadavimo potencialai. Todėl liepsnos fotometrija geriau tinka tiems elementams nustatyti, kurių rezonansinės linijos yra tarp 400 ir 800 nm, o atominė absorbcinė spektroskopija — tiems elementams, kurių rezonansinės linijos yra tarp 200 ir 300 nm. Elementų, kurių linijos yra tarp 300 ir 400 nm (ir kai kurių kitų elementų), nustatymo tikslumas abiem metodais yra vienodas .

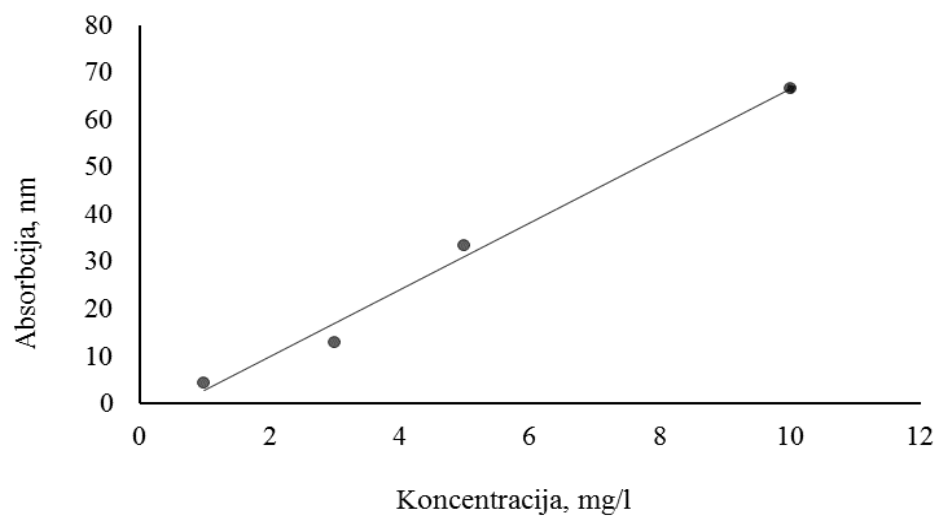
Standartinių tirpalų paruošimas ir kalibracinių kreivių sudarymas:

Metų koncentracijų nustatymui atominės absorbcijos spektrometru sudaromos kalibracinės kreivės pagal žinomas metų koncentracijas:

- Naudojant vario sulfatą, buvo paruošti 1; 3 ;5; 10 mg/l vario standartiniai tirpalai.
- Kobalto standartiniai tirpalai, kurių koncentracijos 0,5; 1; 3; 5; 10 mg/l, buvo ruošiami iš gryno kobalto. (kai 1 litre yra 1 gramas metalo).
- Kadmio standartiniai tirpalai, kurių koncentracijos 0,5; 1; 3; 5; 10 mg/l, buvo ruošiami iš kadmio acetato dihidrato.
- Mangano standartiniai tirpalai, kurių koncentracijos 0,5; 1; 3; 5; 10 mg/l, buvo ruošiami iš mangano (II) chlorido tetrahidrato.
- Chromo standartiniai tirpalai, kurių koncentracijos 0,5; 1; 3; 5; 10 mg/l, buvo ruošiami iš kalio bichromato.
- Nikelio standartiniai tirpalai, kurių koncentracijos 0,5; 1; 3; 5; 10 mg/l, buvo ruošiami iš nikelio sulfato.
- Švino standartiniai tirpalai, kurių koncentracijos 0,5; 1; 3; 5; 10 mg/l, buvo ruošiami iš gryno švino. (kai 1 litre yra 1 gramas metalo).
- Cinko standartiniai tirpalai, kurių koncentracijos 0,5; 1; 3; 5; 10 mg/l, buvo ruošiami iš gryno cinko. (kai 1 litre yra 1 gramas metalo).

Atominės absorbcijos spektroskopu išmatuojamas optinis tankis (A). Iš gautų duomenų braižoma kalibracinė kreivė, kuri parodo optinio tankio priklausomybę nuo atitinkamo metalo koncentracijos tirpale. 6 paveiksle pavaizduota vario kalibracinė kreivė.

Vario (Cu) kalibracinė kreivė

**6 pav. Vario kalibracinė kreivė**

Tiriamo elemento koncentracija mėginiuose apskaičiuojama pagal formulę:

$$C = \frac{C_{Me} \cdot V}{m}; \quad (4)$$

Čia:

C – metalo koncentracija mėginyje (mg/kg);

C_{Me} – metalo koncentracija tirpale (mg/l);

V – tūris, l, paimtas analizei;

m – mėginio masė, kg.

3. TYRIMO REZULTATAI

3.1 Alytaus regioninio sąvartyno I-ojo gręžinio atliekų sudėtis ir kiekiai

Senasis Alytaus regioninio sąvartyno kaupas veikė nuo 1985 iki 2007 metų. Pasirinktose sąvartyno vietose buvo atlikti trys gręžiniai.

Gręžiniai atlikti naudojant 15 cm skersmens grąžtą. Gręžinių gylis – iki 10 metrų. Atliekų ėminiai imti kas metrą.

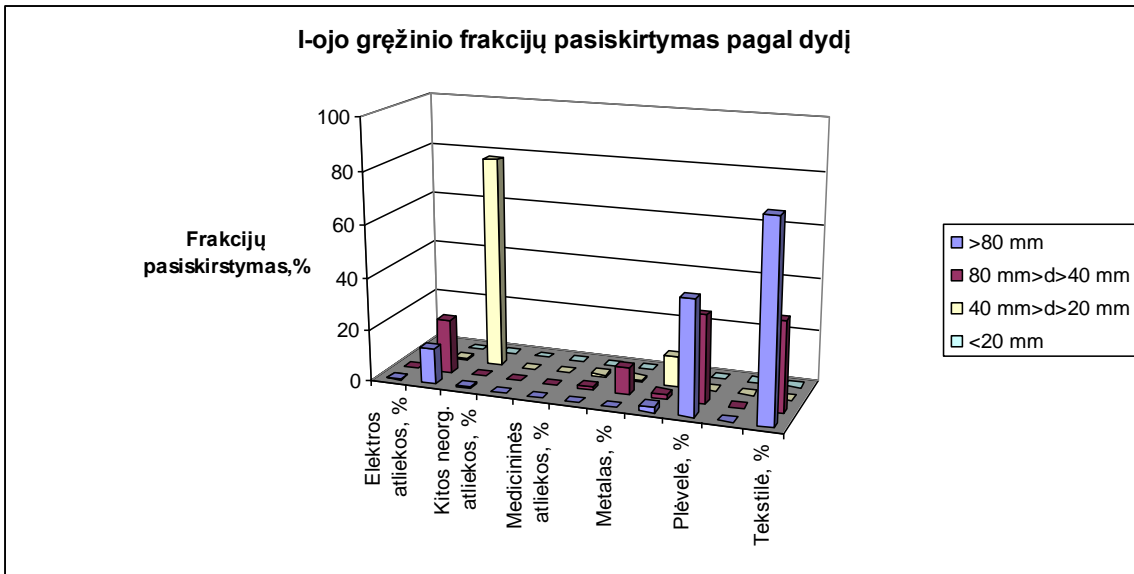
Naudojant 80, 40, 20 mm akių skersmens sietus atlikta granulimetrinės atliekų sudėties analizė. Rankiniu rūšiovimu ir svėrimu atlikta morfologinė atliekų sudėties analizė.

Kiekvieno atliekų ėminio morfologinės frakcijos sudėtos į aukšto tankio polietilenuis šiukšlių maišus ir nugabentos į KTU Aplinkosaugos technologijos katedros laboratoriją.

Eksperimentiniam tyrimui naudotos iš I - ojo gręžinio atgautos medžiagos. Atlikus granulimetrinę analizę ir išrūšiuvus granulimetrines frakcijas, gautas morfologinių frakcijų pasiskirstymas pagal dydį, mm (žr. 8 lentelę). Morfologinis frakcijų pasiskirstymas pavaizduotas 7 paveiksle.

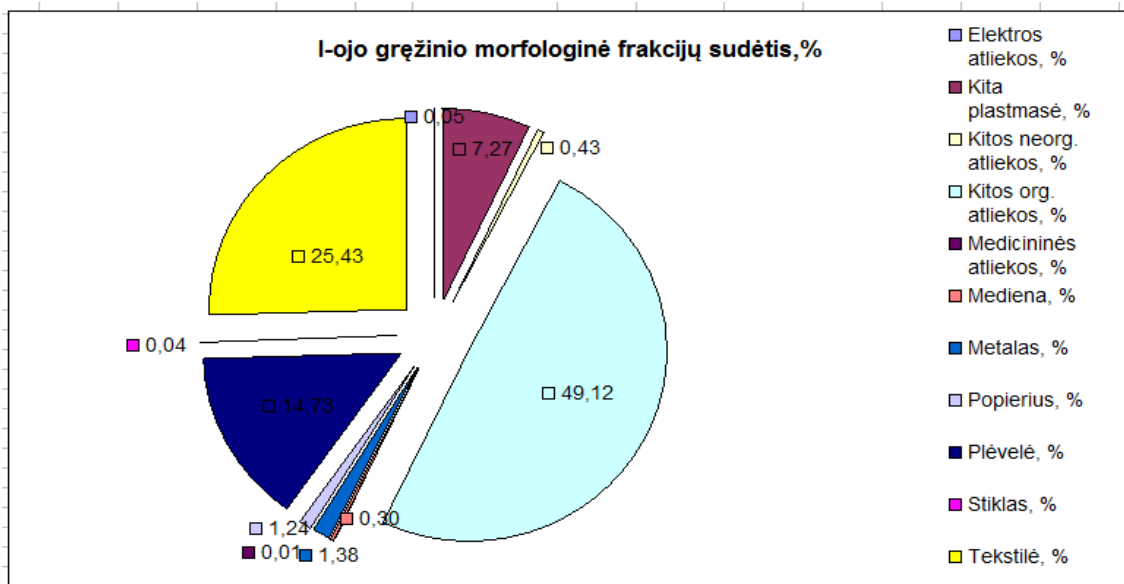
8 lentelė Atliekų morfologinių frakcijų pasiskirstymas % pagal dydį Alytaus regioniniame sąvartyno I-ame gręžinyje.

Frakcijų dydis, mm	Elektros atliekos, %	Kita plastmasė, %	Kitos neorg. atliekos, %	Kitos org. atliekos, %	Medicininės atliekos, %	Mediena, %	Metalas, %	Popierius, %	Plėvelė, %	Stiklas, %	Tekstilė, %
>80 mm	0,16	13,95	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00	2,21	43,72	0,13	75,46
80 mm>d>40 mm	0,00	20,44	0,00	420,00	0,00	0,96	10,41	1,91	33,43	0,19	34,38
40 mm>d>20 mm	0,68	0,95	80,73	14450,00	0,03	1,03	0,81	11,45	0,11	0,11	0,03
<20 mm	0	0	0	31000	0	0	0,16909	0	0	0	0



7 pav. Atliekų morfologinių frakcijų pasiskirstymas % pagal dydį Alytaus regioniniame sąvartyno I-ame gręžinyje.

Atlikus rūšiavimą pagal dalelių dydį: stambiausiai frakcijai, kuri didesnė nei 80 mm priskirta - tekstilė ir plėvelė, smulkiausiai <20 mm - organinės ir neorganinės medžiagos.



8 pav. I-jo gręžinio atliekų morfologinis frakcijų pasiskirstymas %

Galima išskirti 4 grupes atliekų, kurios vyrauja Alytaus regioninio sąvartyno I gręžinyje (8 paveikslas): smulkios organinės atliekos 49,12% bendrojo atliekų kiekio, tekstilė - 25,43%, plėvelė - 14,73% ir kita plastmasė - 7,27%. Visos keturios frakcijos tinkamos energijos gamybai ir perdirbimui.

Mažiausias kiekis rastas medicininių atliekų 0,01% ir stiklo 0,04%.

3.2 Permanganatinė oksidacija (ChDS_{Mn})

Atlikus permanganatinės oksidacijos analizę sudarytos rezultatų 9 lentelė ir 10 lentelė. 9 lentelėje pateikti duomenys, kurie gauti plaunant 1 gramą tekstilės 150 ml distiliuotame ir 150 ml vandentiekio vandenyse. ChDS_{Mn} buvo atlikta filtratui. 9 Lentelėje pateikti duomenys, kurie atitinka iš trijų bandymų išvestą vidurkį.

10 lentelė sudaryta analogiškai, plaunama buvo plastiko frakcija (plėvelė).

9 lentelė Tekstilės frakcijos, I ir II plovimo skirtingais vandenimis, ChDS_{Mn} rezultatai

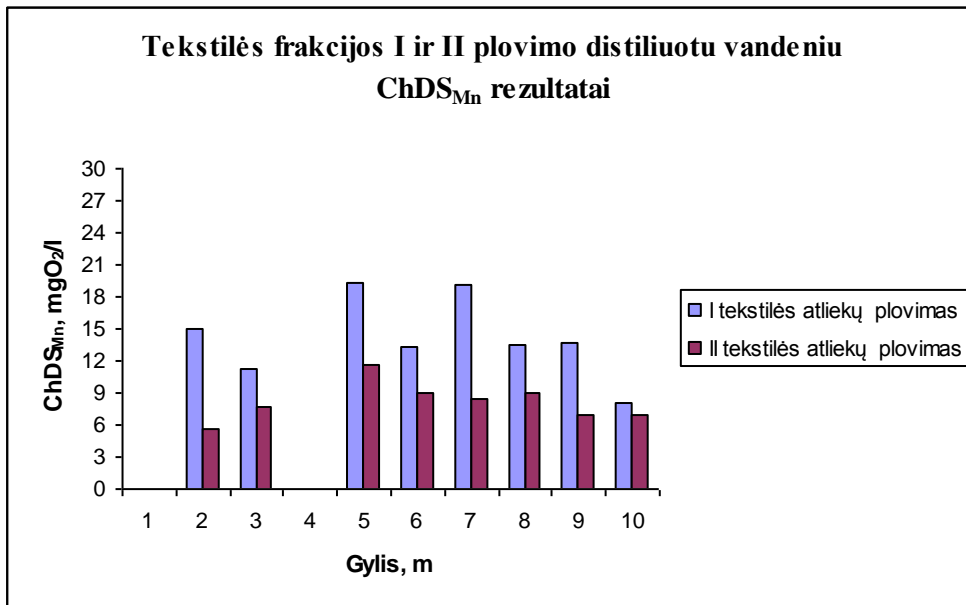
Tekstilės plovimo vandenių ChDS _{Mn} rezultatai				
Vandentiekio vandeniui, mgO ₂ /l			Distiliuotu vandeniu mgO ₂ /l	
Gylis, m	I praplovimas	II praplovimas	I praplovimas	II praplovimas
1	-	-	-	-
2	21,27	11,20	15,07	5,67
3	15,60	13,53	11,20	7,67
4	-	-	-	-
5	28,80	18,00	19,27	11,60
6	16,00	12,53	13,33	9,00
7	17,07	13,60	19,07	8,47
8	15,73	12,13	13,47	8,93
9	11,33	9,87	13,60	7,00
10	12,40	8,73	8,00	6,87

Atlikus permanganatinę oksidaciją iš lentelės duomenų galima pastebėti, kad tekstilės frakcija labiausiai užteršta organinėmis medžiagomis buvo 2 ir 5 gręžinio metre.

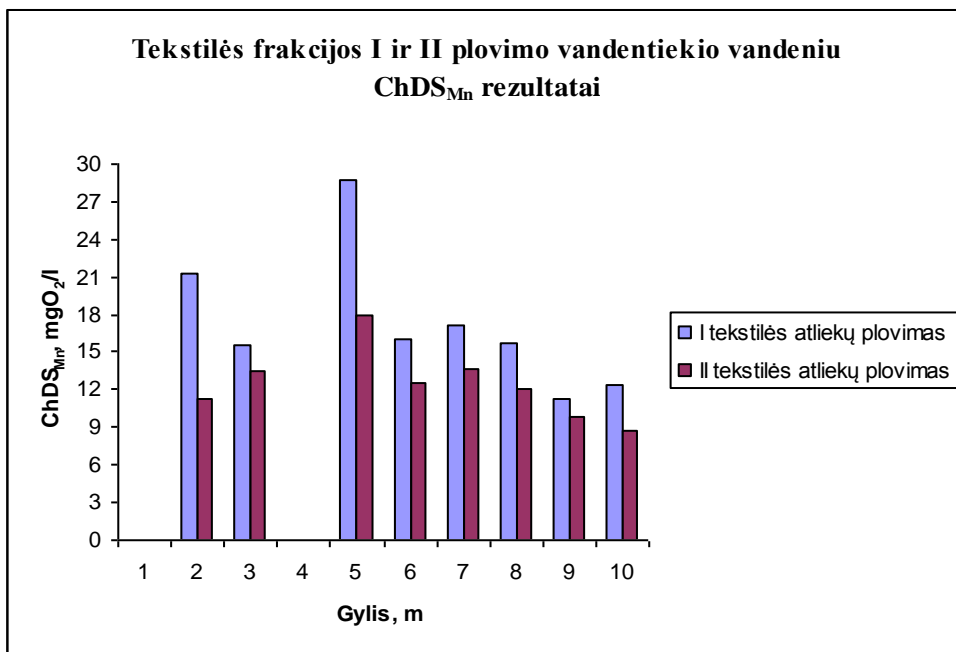
2 metre, po pirmo plovimo rastas 21,27 mgO₂/l, pakartojus plovimą sumažėjo iki 11,20 mgO₂/l.

Kadangi po antrojo plovimo, užterštumas sumažėjo perpus, galima teigti, kad tekstilės atliekos pakankamai lengvai išplaunamos. 11 paveiksle pavaizduotas grafikas, kuriame pateikti tekstilės išplovimo efektyvumo% tarp I ir II plovimų duomenys. Plaunant tiek distiliuotu tiek vandentiekio vandens išplovimo efektyvumo vidurkiai nemaži: 57% vandentiekio vandeniui; 66 % distiliuotu vandeniu.

R. Cossu atlikęs atgautų medžiagų plovimą, ChDS reikšmes gavo 3303 - 3846 mgO₂/l, tačiau plaunamų atliekų kiekis eksperimente buvo 500 gr. [3]. Kito straipsnio autorius ChDS reikšmes aptiko 4174 - 4741 mgO₂/l [4].



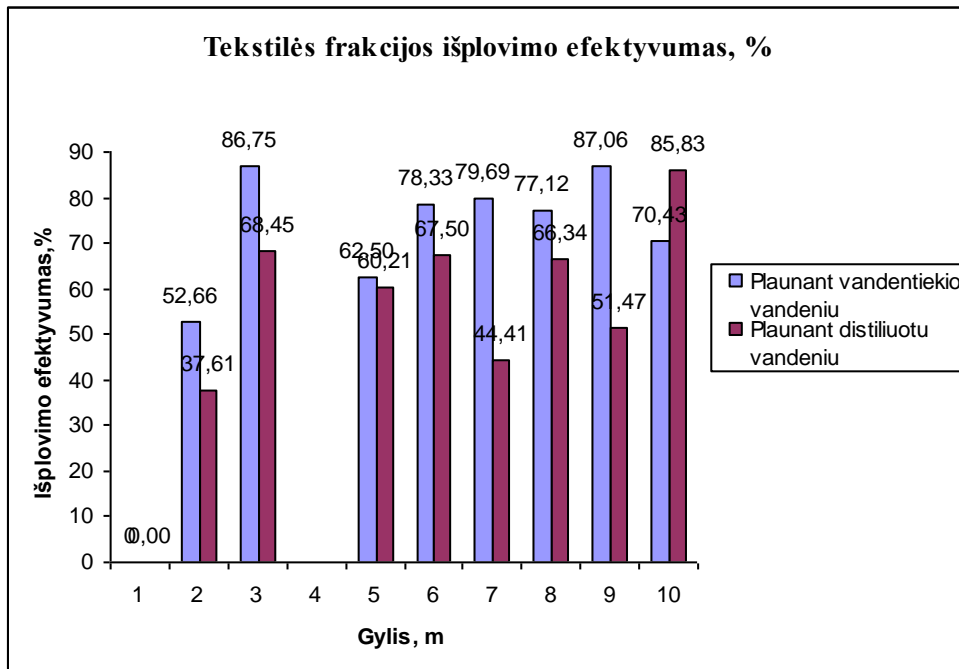
9 pav. Tekstilės frakcijos I ir II plovimo, distiliuotu vandeniu, ChDS_{Mn}



10 pav. Tekstilės frakcijos I ir II plovimo, vandentiekio vandeniu, ChDS_{Mn}

9 ir 10 paveikluose pateikti grafikai rodo skirtinguose vandenyse plautos tekstilės permanganatinės oksidacijos rezultatus. 9 grafiko duomenys yra gauti tekstilę plaunant distiliuotu vandeniu, 10 - vandentiekio vandeniu. Abiejuose grafikuose matyti, kad 2 -ame ir 5 -ame metruose užterštumas didžiausias. 7 - ame- 10 - ame metruose jis mažėja arba yra mažai kintantis. Šie rodmenys gali rodyti, jog lietaus vanduo, slinkdamas gilyn kartu su savimi neša ir įvairius teršalus, kuriuos absorbuoja tekstilės atliekos pirmuosiuose 5 metruose.

Žemesniuose nei 5-6 metras aktyviau vyksta įvairūs biologiniai skilimo procesai, atliekos dūli ilgesnį laiką. Šie rodikliai galbūt ir sumažina organinių teršalų kiekį.

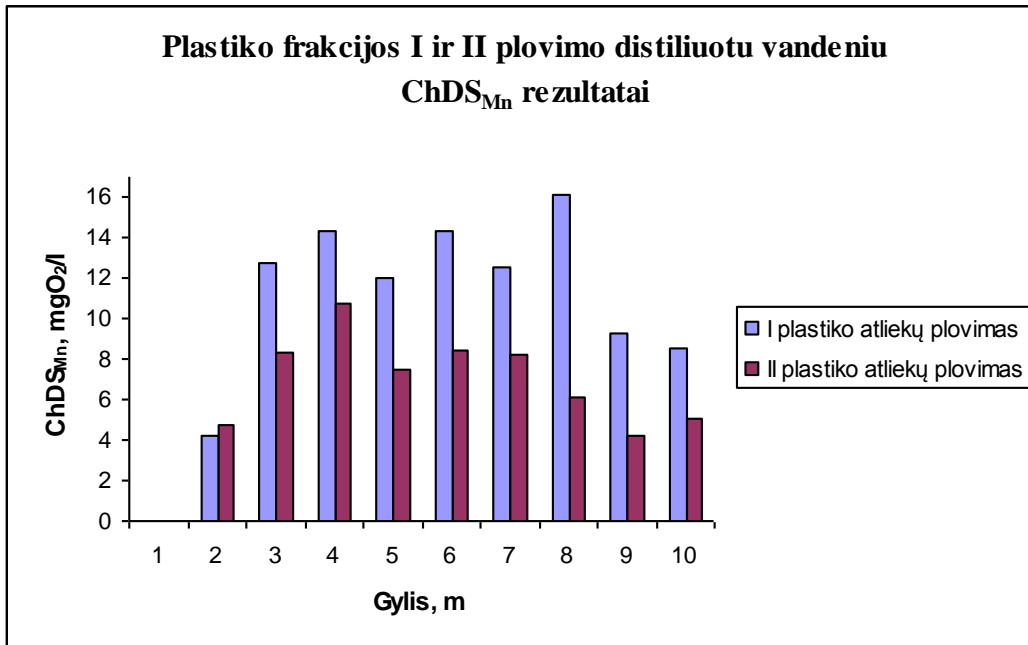


11 pav. Tekstilės frakcijos išplovimo efektyvumas%

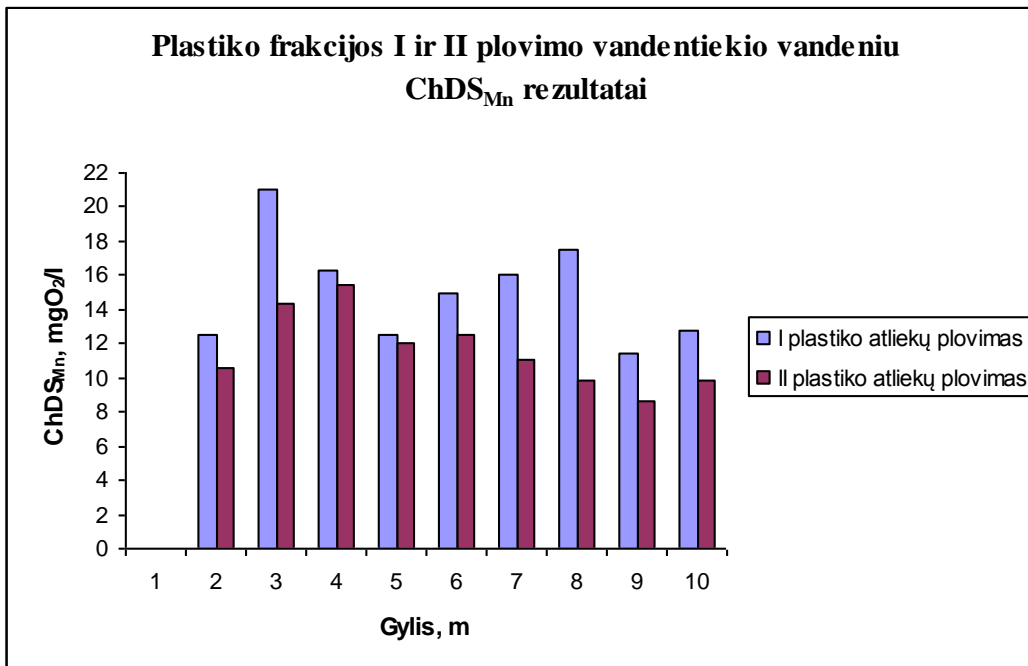
10 lentelė Plastiko frakcijos, I ir II plovimo skirtingais vandenimis, ChDS_{Mn} rezultatai

Plastiko plovimo vandenų ChDS _{Mn} rezultatai				
Gylis, m	Distiliuotu vandeniu, mgO ₂ /l		Vandentiekio vandeniu, mgO ₂ /l	
	I praplovimas	II praplovimas	I praplovimas	II praplovimas
1	-	-	-	-
2	4,20	4,80	12,53	10,60
3	12,80	8,33	21,00	14,40
4	14,40	10,80	16,27	15,47
5	12,00	7,47	12,53	12,00
6	14,40	8,40	14,93	12,53
7	12,53	8,20	16,00	11,07
8	16,13	6,13	17,47	9,87
9	9,33	4,27	11,47	8,60
10	8,53	5,07	12,80	9,87

10 lentelėje pateikti plastiko frakcijos, plovimo vandenų ChDS_{Mn} rezultatai. Iš lentelėje esančių duomenų, matyti, kad plastiko frakcija yra mažiau sugerianti taršą iš aplinkos. Lentelėje didžiausios ChDS_{Mn} reikšmės matomos 3-ame, 4 -ame ir 8 - ame metruose, 21 mgO₂/l; 14,40 mgO₂/l ir. 17,47 mgO₂/l.

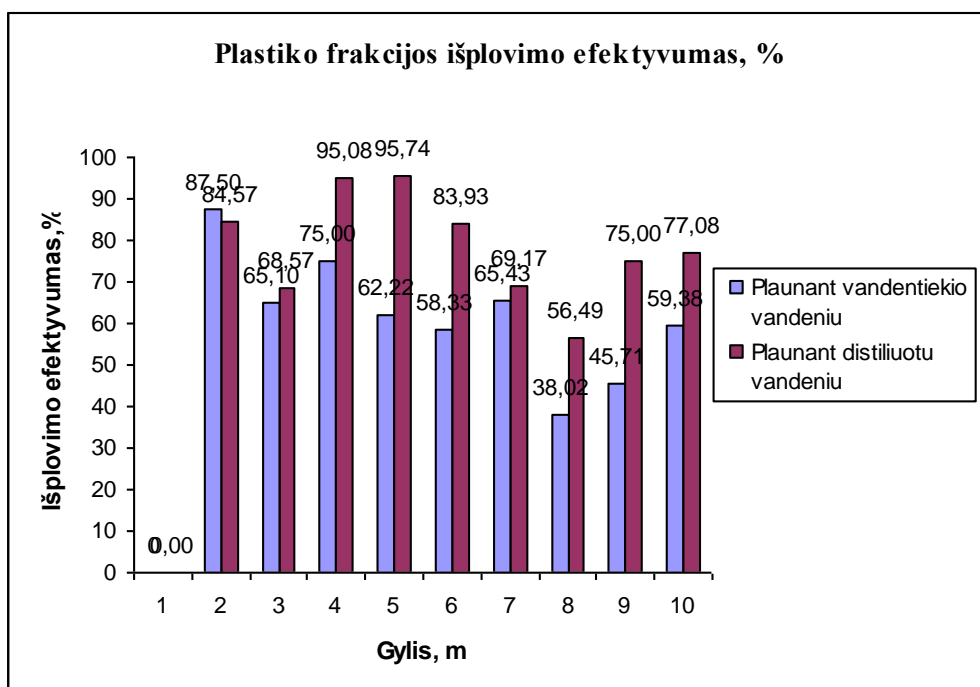


12 pav. Plastiko frakcijos I ir II plovimo, distiliuotu vandeniu, ChDS_{Mn}



13 pav. Plastiko frakcijos I ir II plovimo, vandentiekio vandeniu, ChDS_{Mn}

Grafikuose 12 ir 13 matomos reikšmės, visuose gyliuose po antrojo plovimo yra panašios. Atvirščiai nei tekstilė plastikas nėra porėtos struktūros, todėl teršalų kiekio pasisavinimas taip pat mažesnis.



14 pav. Plastiko frakcijos išplovimo efektyvumas%

Plastiko išplovimo efektyvumas, lyginant I ir II plovimą ir plaunant vandentiekio vandeniu yra 55%, o su distiliuotu vandeniu 70%. Šiuo atveju distiliuotas vanduo geriau pašalina teršalus iš plastiko frakcijos bandinių.

3.2 Sunkiųjų metalų (Cu, Cd, Cr, Co, Mn, Ni, Pb, Zn) koncentracija plovimo vandenyse

Atliekant atominės absorbcinės spektroskopijos analizę plovimo vandenims buvo aptikti metalai: Zn, Cu visuose mėginiuose, Mn, Ni, Pb pėdsakai keliuose mėginiuose, Co, Cd, Cr neaptikta visiškai. Ni, Pb ir Mn metalų koncentracijos pateiktos prieduose.

Mokslinių straipsnių autoriai Zn ir Cu koncentracijas aptiko didžiausias po plovimo, jos svyravo nuo 0,81 mg/l iki 1,37 mg/l. [4].

11 lentelė Zn koncentracija, mg/l plovimo vandenyse

Zn koncentracija, mg/l plovimo vandenyse				
	Plastiko II praplovimas		I praplovimas	
	Distiliuotas vanduo	Vandentiekio vanduo	Distiliuotas vanduo	Vandentiekio vanduo
2	0,123	0,434	0,464	0,892
3	0,362	0,127	0,119	0,434
4	0,185	0,464	0,113	0,892
5	0,126	0,329	0,127	0,480
Zn koncentracija, mg/l plovimo vandenyse				
	Tekstilės II praplovimas		I praplovimas	
	Distiliuotas vanduo	Vandentiekio vanduo	Distiliuotas vanduo	Vandentiekio vanduo
2	0,171	0,198	0,367	0,290

3	0,142	0,152	0,702	1,125
4	-	-	-	-
5	0,129	0,134	0,152	0,329

Mokslinių straipsnių autoriai Zn koncentracijas aptiko didžiausias po plovimo, jos svyravo nuo 0,81 mg/l iki 1,37 mg/l. [4].

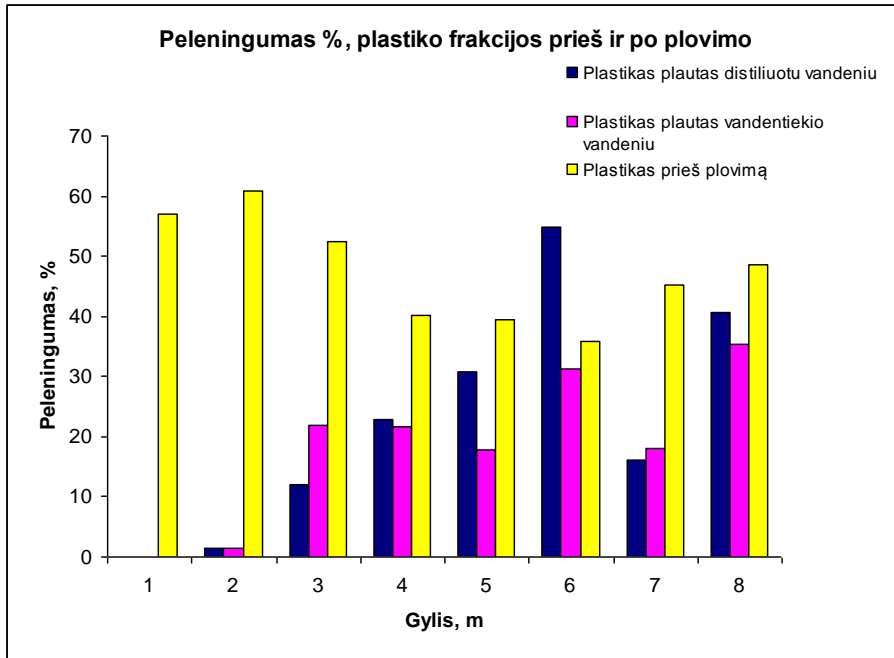
12 lentelė Cu koncentracija, mg/l plovimo vandenyse

Cu koncentracija,mg/l plovimo vandenyse				
	Plastiko II praplovimas		I praplovimas	
Gylis,m	Distiliuotas vanduo	Vandentiekio vanduo	Distiliuotas vanduo	Vandentiekio vanduo
2	0,067	0,058	0,069	0,090
3	0,058	0,083	0,087	0,090
4	0,045	0,079	0,059	0,106
5	0,066	0,071	0,098	0,078
Cu koncentracija,mg/l plovimo vandenyse				
	Tekstilės I praplovimas		II praplovimas	
Gylis,m	Distiliuotas vanduo	Vandentiekio vanduo	Distiliuotas vanduo	Vandentiekio vanduo
2	0,078	0,102	0,072	0,088
3	0,086	0,108	0,063	0,063
4				
5	0,206	2,058	0,091	0,164

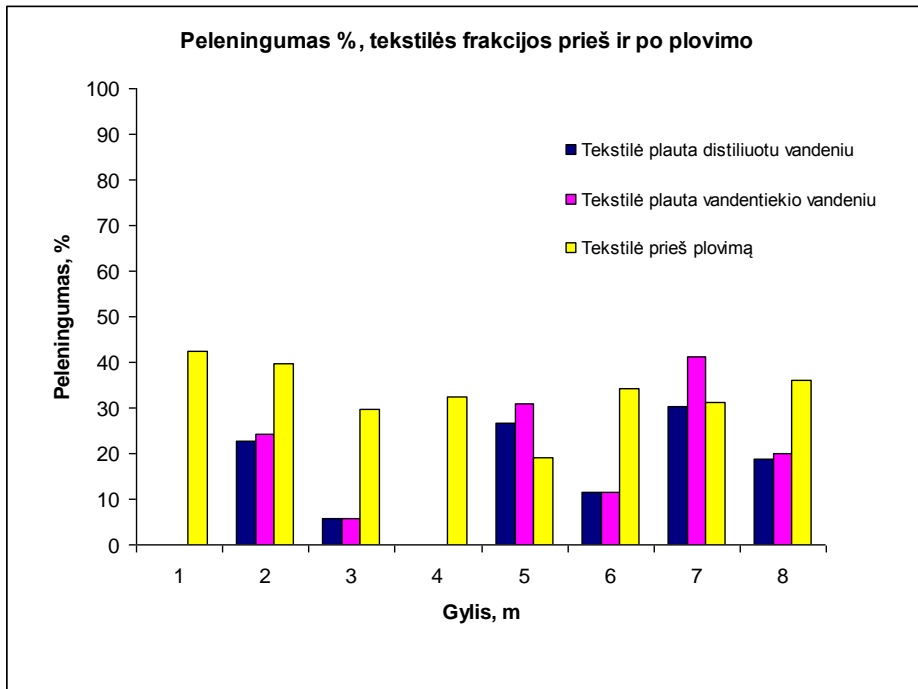
3.3 Peleningumo rezultatai prieš ir po plovimo procesą

13 lentelė Plastiko ir tekstilės peleningumo% rezultatai prieš ir po plovimo

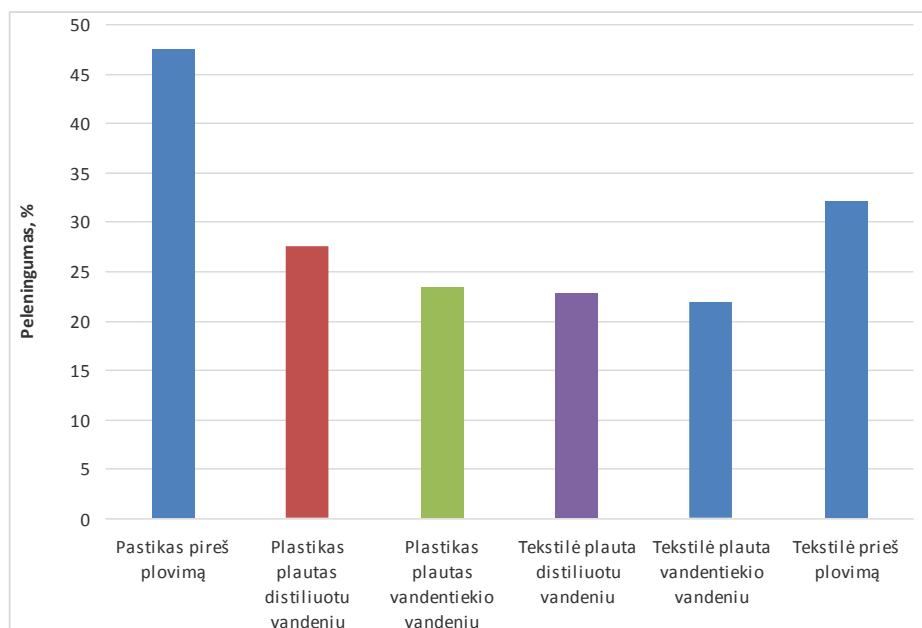
Plastiko ir tekstilės peleningumas % prieš ir po plovimo						
Gylis, m	Plastikas plautas distiliuotu vandeniu	Plastikas plautas vandentiekio vandeniu	Tekstilė plauta distiliuotu vandeniu	Tekstilė plauta vandentiekio vandeniu	Plastikas prieš plovimą	Tekstilė prieš plovimą
1	-	-	-	-	57,10	42,29
2	1,42	1,46	22,87	24,33	60,79	39,75
3	12,09	21,97	5,78	5,63	52,50	29,65
4	22,77	21,61	-	-	40,16	32,55
5	30,68	17,78	26,55	30,84	39,43	19,20
6	54,78	31,38	11,45	11,56	35,73	34,12
7	16,00	18,02	30,18	41,21	45,33	31,29
8	40,56	35,39	18,92	19,88	48,66	36,06
9	49,37	49,04	47,28	27,70		
10	20,74	14,01	41,53	35,87		
Vidurkis (1-8 m.)	27,60	23,41	22,73	21,89	47,46	33,12



15 pav. Peleningumas % plastiko frakcijose prieš ir po plovimo.



16 pav. Peleningumas % tekstilės frakcijose prieš ir po plovimo.



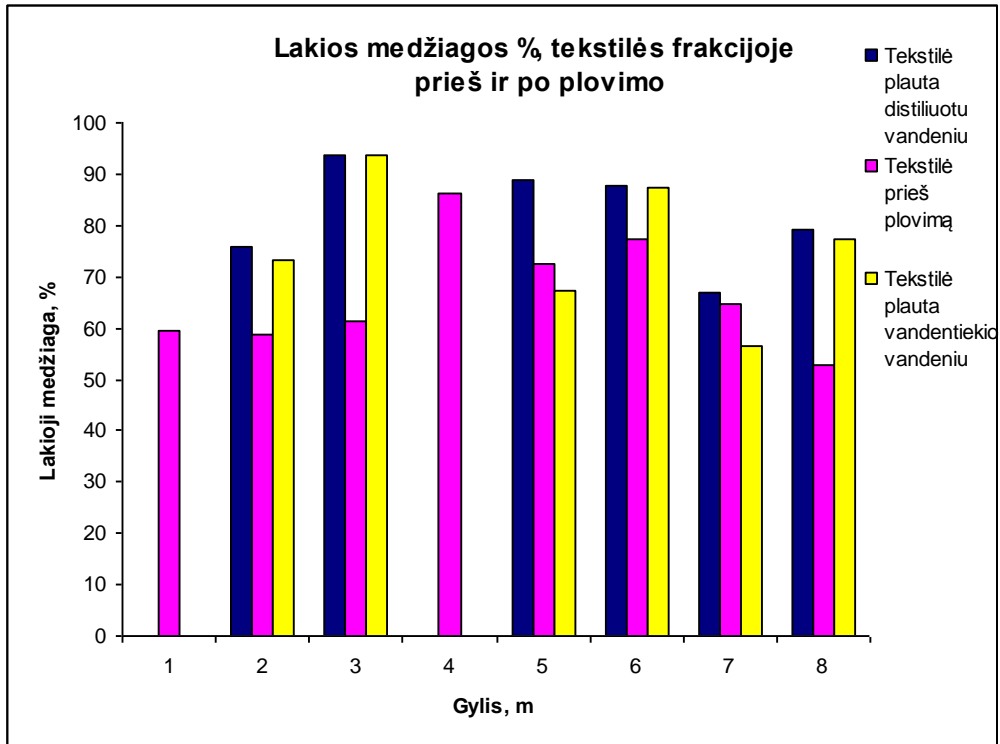
17 pav. Peleningumo vidurkis %, plastiko ir tekstilės frakcijose prieš ir po plovimo.

Nuo didesnių degių atliekų frakcijų dalelių nuplovus smulkiają neorganinę ir humusinę dalį, jų peleningumas sumažėja maždaug 5-10 procentų. Plovimo procesas sumažina frakcijos peleningumą, nepriklausomai nuo plovimui naudojamos vandens rūšies ir taip pagerina frakcijos kokybę, jei ji būtų naudojama kuro gamybai.

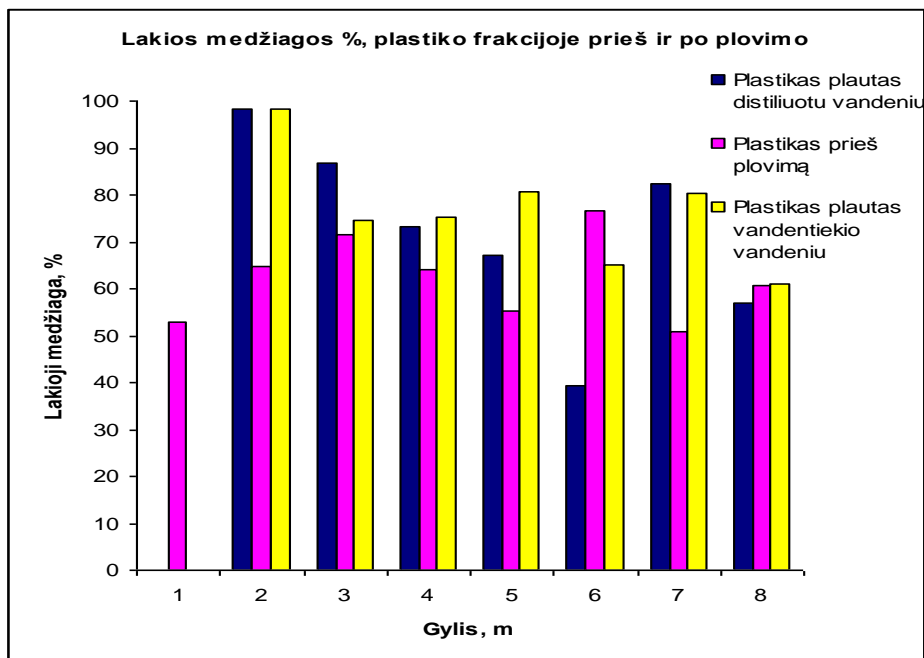
3.4 Lakiųjų medžiagų rezultatai prieš ir po plovimo procesą

14 lentelė Lakios medžiagos %, frakcijose prieš ir po plovimo

Lakios medžiagos%, frakcijose prieš ir po plovimo						
Gylis, m	Plastikas plautas distiliuotu vandeniu	Plastikas plautas vandentiekio vandeniu	Tekstilė plauta distiliuotu vandeniu	Tekstilė plauta vandentiekio vandeniu	Plastikas prieš plovimą	Tekstilė prieš plovimą
1	-	-	-	-	52,81	59,42
2	98,32	98,26	75,65	73,25	64,59	58,60
3	86,71	74,47	93,75	93,62	71,37	61,48
4	73,33	75,26	-	-	64,22	86,24
5	67,21	80,83	88,82	67,46	55,19	72,43
6	39,30	65,13	87,87	87,21	76,58	77,28
7	82,28	80,19	66,83	56,47	50,87	64,79
8	56,84	61,00	79,13	77,19	60,69	52,94
9	46,79	46,79	49,24	69,62	-	-
10	77,41	84,61	54,22	60,26	-	-



18 pav. Lakios medžiagos %, tekstilės frakcijoje prieš ir po plovimo



19 pav. Lakios medžiagos %, plastiko frakcijoje prieš ir po plovimo

Lakios medžiagos % dalis po plovimo padidėja vidutiniškai apie 10 % tiek tekstilės tiek plastiko frakcijai. Remiantis literatūros duomenimis [19] teoriškai atliekos gali būti naudojamos kaip kuras, jei atitinka šias sąlygas:

Peleningumas <60%, drėgnis <50%, lakių organinių medžiagų >25%.

Galima padaryti išvadą, kad atgautos iš sąvartyno abi atliekų frakcijos iš esmės tinka energijos gamybai tiek prieš, tiek ir po plovimo.

IŠVADOS

1. Atlikus tekstilės ir plastiko atliekų frakcijų laboratorinį plovimą, naudojant vandentiekio ir distiliuotą vandenį, išplautos organinės medžiagos, sunkieji metalai ir pašalinta nuo frakcijų paviršiaus humusinė dalis. Plovimo procesas kartotas du kartus, nustatytas plovimo efektyvumas - 60% po II-ojo plovimo.

2. Atlikus permanganatinės oksidacijos analizę plovimo vandeniui (filtratui), didžiausios jos reikšmės nustatytos sąvartyno sluoksniuose tarp 2 ir 7 m gylio. Plaunant plastiką - 19,27 mg O₂/l, tekstilę - 28,8 mg O₂/l. Visuose bandiniuose aptikti Cu ir Zn metalai, Mn, Ni ir Pb rasti pavieniuose bandiniuose.

3. Po plovimo proceso, plastiko ir tekstilės atliekų peleningumas sumažėjo vidutiniškai apie 10%. Proceso metu nuplautas humusas, kurio didžiąją dalį sudaro inertinė medžiaga, ji yra didelio peleningumo, todėl plautų atliekų peleningumas sumažėjo.

4. Eksperimentinio tyrimo rezultatai patvirtina, literatūros apžvalgoje aprašytų tyrimų rezultatus, bylojančius, kad iškastų atliekų plovimo metu, pagerinamos jų energetinės savybės ir sumažinamas kenksmingumas aplinkai. Tačiau šio proceso ekonomiskumui nustatyti reikalingi detalūs, ekonominiai skaičiavimai.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. ASSAMOI, B.;LAWRYSHYN, Y. The Environmental Comparison of Landfilling Vs. Incineration of MSW Accounting for Waste Diversion. *Waste Management* [interaktyvus]. Canada: Elsevier 2012(32), vol. 12, pp.1019-1030 [žiūrėta 2016.03.09] Prieiga per: <http://dx.0.1016/j.wasman.2011.10.023>; ISSN 0956-053X.
2. BLAŽAITYTĖ V. Energijos išgavimo vertinimas po Alytaus regioninio sąvartyno uždarymo. Baigiamasis Magistro darbas. 2015m. Kaunas.
3. COSSU, R. and LAI, T. Washing of Waste Prior to Landfilling. *Waste Management* [interaktyvus]. Padova: Elsevier 2012(32), vol. 32, pp.869-878, [žiūrėta 2016.03.05] Prieiga per: <http://dx.doi10.1019-1030>; ISSN 0956-053X.
4. COSSU, R., LAI, T. and PIVNENKO, K. Waste Washing Pre-Treatment of Municipal and Special Waste. *Journal of Hazardous Materials* [interaktyvus]. Italy: Elsevier 2011, vol.8. pp. 65-72 [žiūrėta 2016.03.14]. Prieiga per: <http://dx.doi10.1016/j.jhazmat.2011.07.121-1030>; ISSN 0304-3894.
5. CHANDRAPP R. and DAS D. B., Solid Waste Management. *Environmental Science and Engineering* [interaktyvus]. Berlin: Springer 2005.vol 18, pp.47 - 63, [žiūrėta 2016.05.15]. Prieiga per: http://dx.doi10.1007/978-3-642-28681-0_2, ISBN 98-3-642-28680-3.
6. CHESTER, M., Stupples, D. and Lees, M. (2008) A comparison of the physical and chemical composition of UK waste streams based on hypothetical compound structure. *13th European Biosolids and Organic Resources Conference, 10-12 November, Manchester* [interaktyvus]. vol 13, p.p 1-12 [žiūrėta 2016.03.05]. Prieiga per: http://www.matthewchester.co.uk/uploads/4/0/3/1/4031758/13th_biosolids_paper.pdf
7. FRANDEGARD P.; Joakim Krook; Niclas Svensson and Mats Eklund. Resource and Climate Implications of Landfill Mining. *Industrial Ecology* [interaktyvus]. Sweden: 2013(5), vol. 14, pp. 742–756, [žiūrėta 2016.03.05]. Prieiga per: <http://dx.doi10.1111/jiec.12039>.
8. FUDALA-KSIAZEK, S.; PIERPAOLI, M.; KULBAT, E. and LUCZKIEWICZ, A. A Modern Solid Waste Management Strategy – the Generation of New by-Products. *Waste Management*, [interaktyvus]. Poland Elsevier (45), 2016, vol. 13. pp. 516-529 [žiūrėta 2016.03.06]. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2016.01.022>; ISSN 0956-053X.
9. GIDARAKOS E.; Havas G., Ntzamilis P..Municipal Solid Waste Composition Determination Supporting the Integrated Solid Waste Management System in the Island of

- Crete, *Waste Management* [interaktyvus]. Greece: Elsevier 2005, vol.12. [žiūrėta 2016.04.27].
Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2005.07.018>.
10. HERMANN R., et al. Landfill Mining in Austria: Foundations for an Integrated Ecological and Economic Assessment. *Waste Management & Research* [interaktyvus]. Austria: 2014(2), vol. 10, pp. 48-58. [žiūrėta 2016.03.15]. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1177/0734242X14541168>
11. HOGLAND W; Marques M; and Nimmermark S; Landfill Mining and Waste Characterization: A Strategy for Remediation of Contaminated Areas , *J Mater Cycles Waste Management* [interaktyvus]. Springer 2003(6), vol. 5,. pp. 119–124 [žiūrėta 2016.05.02]. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1007/s10163-003-0110-x>
12. HULL R.; Krogmann U.; and Strom P; Composition and Characteristics of Excavated Materials from a New Jersey Landfill. *Journal of Environmental Engineering* [interaktyvus]. 2005, vol. 13, no. 3. pp. 478-490 [žiūrėta 2016.04.03]. Prieiga per: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9372\(2005\)131:3\(478\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9372(2005)131:3(478)).
13. JONES P.T.; et al. Enhanced Landfill Mining in View of Multiple Resource Recovery: A Critical Review. *Journal of Cleaner Production* [interaktyvus]. Elsevier 2013, vol.11. pp. 45-55 [žiūrėta 2016.04.23]. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.05.02>; ISSN 0959-6526.
14. KAARTINEN T.; SORMUNEN K. and RINTALA, J. Case Study on Sampling, Processing and Characterization of Landfilled Municipal Solid Waste in the View of Landfill Mining. *Journal of Cleaner Production*, [interaktyvus]. Finland: Elsevier, 2013(55), vol. 10. pp. 56-66, [žiūrėta 2016.03.21]. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.036>; ISSN 0959-6526.
15. KACZALA F. et al. Leaching Characteristics of the Fine Fraction from an Excavated Landfill: Physico-Chemical Characterization. *Material Cycles and Waste Management* [interaktyvus].Japan:Springer 2015, vol. 11. pp. 1-11 [žiūrėta 2016.05.06]. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1007/s10163-015-0418-3>.
16. KIAULYTĖ A. Išteklių atgavimo iš Alytaus regioninio sąvartyno galimybių vertinimas Kauno Technologijos universitetas. Baigiamasis Magistro darbas. 2015m. Kaunas.
17. KROOK J. Landfill mining:A critical review of two decades of research. *Waste management* [interaktyvus]. Sweden: Elsevier 2012, vol.7, p.p. 513-520 [žiūrėta 2016.04.18] Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2011.10.015>

18. LOU X.F. and NAIR, J. The Impact of Landfilling and Composting on Greenhouse Gas Emissions – A Review. *Bioresource Technology*, [interaktyvus]. Australia: Elsevier 2009 (100), vol. 7, pp. 3792-3798, [žiūrėta 2016.03.05]. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2008.12.006>; ISSN 0960-8524.
19. MARIA F.; Micale C.; Sordi A.; Cirulli G.; Marionni, M. Urban Mining: Quality and quantity of recyclable and recoverable material mechanically and physically extractable from residual waste. *Waste management* [interaktyvus]. Italy: Elsevier 2013(12), vol. 5, p.p. 2594-2599, [žiūrėta 2016.03.04]. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2013.08.008>.
20. ROSENDAL MOLER R. Landfill mining: process, feasibility, economy, benefits and limitation. 2009 m. *prieiga per internetą adresu:* http://www.danskaaffaldsforening.dk/documents/21355/45957/2009_deponering_landfillmining.pdf/e29469b7-4e47-4d25-a654-626d7a5ac728 [žiūrėta 2016.04.13].
21. PAGNANELLI, F.; et al. Cobalt Products from Real Waste Fractions of End of Life Lithium Ion Batteries. *Waste Management*, [interaktyvus]. Italy: Elsevier 2016 (51), vol. 8. pp. 214-221 [žiūrėta 2016.03.05]. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2015.11.003>; ISSN 0956-053X.
22. STANIŠKIS J.K., 2004 m. Integruota atliekų vadyba. KTU leidykla "Technologija"
23. VALAVIČIENĖ I. Komunalinių atliekų susidarymo sezoninio kitimo įtaka atliekų tvarkymo sistemos rodikliams. Kauno Technologijos universitetas. Daktaro disertacija. 2012m. Kaunas.
24. EUROPOS PARLAMENTAS. Aplinkos politika. Efektyvus išteklių naudojimas ir atliekos [interaktyvus] [žiūrėta 2015.03.29]. Prieiga: http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/lt/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.4.6.html
25. Dr. DAGILIŪTĖ R. Aliuminio pakuotė: kiek svarbus perdirbimas? Straipsnis. 2011 m.12 men. [interaktyvus]. Prieiga: <http://www.vartotojai.lt/index.php?id=7581>
26. Alytaus regiono atliekų tvarkymo centras [žiūrėta 2015.03.29] <http://www.aratc.lt/wp-content/uploads/2012/11/Galimybiu-studija-bioskaidziu.pdf>
27. Interaktyvus šaltinis. [žiūrėta 2015.03.29]. Prieiga per: http://aplinka.vilnius.lt/lt/wp-content/uploads/2013/03/SM_poveikis_sveikatai.pdf

13 lentelė Pb koncentracija, mg/l plovimo vandenyse

Pb koncentracija, mg/l plovimo vandenyse				
	Plastiko II praplovimas		I praplovimas	
Gylis,m	Distiliuotas vanduo	Vandentiekio vanduo	Distiliuotas vanduo	Vandentiekio vanduo
2	0,000	0,000	0,300	0,000
3	0,000	0,000	0,000	0,300
4	0,000	0,250	0,300	0,300
5	0,000	0,000	0,000	0,300
Pb koncentracija, mg/l plovimo vandenyse				
	Tekstilės II praplovimas		I praplovimas	
Gylis, m	Distiliuotas vanduo	Vandentiekio vanduo	Distiliuotas vanduo	Vandentiekio vanduo
2	0,000	0,000	0,000	0,000
3	0,000	0,000	0,000	0,000
4				
5	0,000	0,000	0,250	0,000

14 lentelė Ni koncentracija, mg/l plovimo vandenyse

Ni koncentracija,mg/l plovimo vandenyse				
	Plastiko II praplovimas		I praplovimas	
	Distiliuotas vanduo	Vandentiekio vanduo	Distiliuotas vanduo	Vandentiekio vanduo
2	0,000	0,000	0,000	0,250
3	0,000	0,000	0,100	0,200
4	0,000	0,200	0,000	0,000
5	0,000	0,000	0,000	0,000

15 lentelė Mn koncentracija, mg/l plovimo vandenyse

Mn koncentracija,mg/l plovimo vandenyse				
	Plastiko II praplovimas		I praplovimas	
	Distiliuotas vanduo	Vandentiekio vanduo	Distiliuotas vanduo	Vandentiekio vanduo
2	0,200	0,100	0,200	0,200
3	0,000	0,200	0,250	0,200
4	0,000	0,000	0,200	0,000
5	0,100	0,500	0,000	0,000
Mn koncentracija, mg/l plovimo vandenyse				
	Tekstilės II praplovimas		I praplovimas	
	Distiliuotas vanduo	Vandentiekio vanduo	Distiliuotas vanduo	Vandentiekio vanduo
2	0,000	0,000	0,000	0,200
3	0,000	0,000	0,200	0,200
4				
5	0,000	0,200	0,000	0,000

