

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS INSTITUTAS

Dainius Stankevičius

**UAB „JURBARKO VANDENYS“ NUOTEKŲ DUMBLO
PANAUDOJIMO GALIMYBIŲ VERTINIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovė
Doc. dr. Jolanta Dvarionienė

KAUNAS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS INSTITUTAS

**UAB „JURBARKO VANDENYS“ NUOTEKŲ DUMBLO
PANAUDOJIMO GALIMYBIŲ VERTINIMAS**

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

Vadovė
Doc. dr. J. Dvarionienė

2016 06 _

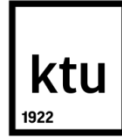
Recenzentė
Doc. dr. I. Kliopova

2016 06 _

Projektą atliko
TMV-4 gr. stud.
D. Stankevičius

2016 06 _

KAUNAS, 2016



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Aplinkos inžinerijos institutas

(Fakultetas)

(Studento vardas, pavardė)

Aplinkos apsaugos vadyba ir švaresnė gamyba, 621H17002

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

UAB „Jurbarko vandenys“ nuotekų dumblo panaudojimo galimybių vertinimas

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 ____ m. _____ d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Dainiaus Stankevičiaus**, baigiamasis projektas tema „**UAB „Jurbarko vandenys“ nuotekų dumblo panaudojimo galimybių vertinimas**“ 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)

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS	6
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	7
SANTRUMPOS	9
SVARBIAUSIOS SĄVOKOS IR JŲ PAAIŠKINIMAI	10
ĮVADAS	13
1.TEORINĖ ANALIZĖ.....	15
1.1 Nuotekų tvarkymas.....	15
1.1.1 Esama nuotekų tvarkymo situacija Lietuvoje.....	17
1.1.2 Nuotekų tvarkymo situacija ES šalyse	19
1.2 Lietuvos ir ES teisės aktai, reglamentuojantys nuotekų tvarkymą	22
1.2.1 Nuotekų tvarkymo reglamentacija Lietuvoje	22
1.2.2 Nuotekų tvarkymo reglamentacija Europos Sąjungoje	23
1.3 Dumblo tvarkymas	24
1.3.1 Dumblo tvarkymo teisinis reguliavimas Lietuvoje.....	24
1.3.2 Europos Sąjungos dumblo tvarkymo teisinis reguliavimas.....	25
1.3.3 Nuotekų dumblo apdorojimo būdai	26
1.3.4 Nuotekų dumblo apdorojimo technologijų analizė.....	29
1.3.5 Dumblo tvarkymo prioritetai	34
1.3.6 Būvio ciklo vertinimas	35
1.3.7 Dumblo tvarkyme atsirandantys sunkumai	37
1.4 Literatūros duomenų apibendrinimas	38
2.TYRIMŲ METODIKA	39
2.1 Medžiagų ir energijos balansas	40
2.2 Geriausių prieinamų gamybos būdų (GPGB) taikymas dumblo apdorojime	40
2.3 Įmonės technologinių procesų aplinkosauginis vertinimas	41
2.4 Dumblo apdorojimo scenarijų kūrimas	41
2.5 Scenarijų vertinimas panaudojant CCaLC programą	45
3.TYRIMO REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS	47
3.1 Tyrimo objekto pristatymas.....	47
3.2 Medžiagų ir energijos balansas	48
3.3 Įmonės procesų aplinkosauginis vertinimas	50
3.4 Geriausiai prieinamų gamybos būdų analizė.....	56
3.5 Poveikio aplinkai įvertinimas CCaLC skaičiavimo metodika.....	58
3.5.1 Dumblo linijos duomenų santrauka	59
3.5.2 Poveikio aplinkai vertinimo pagal būvio ciklo požiūrį modeliavimo rezultatai.....	61

IŠVADOS.....	65
LITERATŪROS SAĀRAŠAS.....	67
PRIEDU SAĀRAŠAS.....	70

LENTELIŲ SĄRAŠAS

- 1 lentelė. Nuotekų klasifikacija pagal grupes;
- 2 lentelė. Esami ir prognozuojami dumblo kiekiai (SM/m), Baltijos jūros regiono šalyse;
- 3 lentelė. Nuotekų dumblo anaerobinio pūdymo, uždaro ir atviro kompostavimo charakteristikos;
- 4 lentelė. Dumblo tvarkymui naudojama įranga;
- 5 lentelė. UAB „Jurbarko vandenys“ suvartojama elektros energija;
- 6 lentelė. Elektros energijos suvartojimas skirtinguose nuotekų tvarkymo etapuose;
- 7 lentelė. Įmonės vidutinės fizikinių ir cheminių parametrų koncentracijų vertės;
- 8 lentelė. Miesto nuotekų išleidžiamų į aplinką, kokybė tūkst. m³/metus;
- 9 lentelė. Pagrindinių vandens parametrų bandymų rezultatai;
- 10 lentelė. Jurbarko nuotekų valyklos dumblo klasės nustatymo rezultatai;
- 11 lentelė. Jurbarko nuotekų valyklos dumblo kategorijos nustatymo rezultatai;
- 12 lentelė. Anaerobinio pūdymo srautai;
- 13 lentelė. Biodujų išėigos duomenys;
- 14 lentelė. Uždaro kompostavimo srautai;
- 15 lentelė. Atviro kompostavimo srautai;
- 16 lentelė. Mechaninio sausinimo srautai;
- 17 lentelė. Medžiagų ir energijos srautai tręšimui;

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 paveikslas. Teršalų klasifikacija pagal grupes;

2 paveikslas. Gyventojų aprūpinimas geriamojo vandens tiekimo ir nuotekų tvarkymo paslaugomis;

3 paveikslas. Ūkio, buities ir gamybinių nuotekų valymas;

4 paveikslas. 2005-2012 m centralizuoto geriamojo vandens tiekimo ir centralizuoto nuotekų tvarkymo apimčių dinamika., mln. m³;

5 paveikslas. 2004-2012 m. į paviršinius vandens telkinius išleistų, buitinių, gamybinių ir komunalinių nuotekų kitimo dinamika;

6 paveikslas. Nuotekų surinkimo, biologinio valymo atitikties pokyčiai 1998-2010 metais, %;

7 paveikslas. ES valstybių narių atitikties direktyvų pagal straipsnius diagrama;

8 paveikslas. Planuojamas darbų miesto nuotekų surinkimo sistemose ir valymo įrenginiuose skaičius;

9 paveikslas. Dumblo apdorojimo būdas, kompostuojant;

10 paveikslas. Dumblo apdorojimo būdas, įterpiant į dirvožemį;

11 paveikslas. Dumblo apdorojimo būdas, džiovinant ir deginant;

12 paveikslas. Gravitacinio tankinimo veikimo schema;

13 paveikslas. Būgninio tankintuvo veikimo schema;

14 paveikslas. Juostinio tankintuvo veikimo schema;

15 paveikslas. Atliekų tvarkymo hierarchija;

16 paveikslas. Žaliavų apdirbimo, pakavimo, transportavimo, vartojimo ir šalinimo BCA;

17 paveikslas. Būvio ciklo vertinimo struktūra (LST EN ISO 14040:2007);

18 paveikslas. Programos skirtos būvio ciklo vertinimui;

19 paveikslas. Nuotekų dumblo sprendimų priėmimo metodika;

20 paveikslas. Dabartinis įmonės dumblo tvarkymo scenarijus;

- 21 *paveikslas*. Anaerobinio pūdymo ir ūkio paskirties žemės tręšimo proceso schema;
- 22 *paveikslas*. Uždaro kompostavimo su žemės tręšimu proceso schema;
- 23 *paveikslas*. Atviro kompostavimo su žemės tręšimu proceso schema;
- 24 *paveikslas*. Jurbarko miesto nuotekų valykla;
- 25 *paveikslas*. UAB „Jurbarko vandenys“ medžiagų ir energijos balansas;
- 26 *paveikslas*. UAB „Jurbarko vandenys“ technologinis sistemos atvaizdavimas;
- 27 *paveikslas*. Įmonės nuotekų valyklos gamybos procesas;
- 28 *paveikslas*. UAB „Jurbarko vandenys“ nuotekų dumblo saugojimo aikštelė;
- 29 *paveikslas*. Dumblo transportavimas į Pašvenčio mišką;
- 30 *paveikslas*. GPGB nustatyti dumblo šalinimo būdai;
- 31 *paveikslas*. Dumblo tvarkymo sistemos scenarijų eksploatacinių kaštų vertinimas;
- 32 *paveikslas*. Rūgštėjimo potencialas;
- 33 *paveikslas*. Eutrofikacijos kitimo procesas;
- 34 *paveikslas*. Ozono sluoksnio kitimas;
- 35 *paveikslas*. CO₂ potencialo kitimas;
- 36 *paveikslas*. Poveikis žmonių sveikatai;
- 37 *paveikslas*. Bendras scenarijų įvertinimas;

SANTRUMPOS

AM – Aplinkos ministerija;

AVS – Aplinkos vadybos sistema;

BCA – Būvio ciklo vertinimas;

CO₂ – Anglies dioksidas;

EB – Europos bendrija;

EK – Europos komisija;

ES – Europos sąjunga;

GE – Gyventojų ekvivalentas;

GPGB – Geriausias prieinamas gamybos būdas;

LAND – Lietuvos aplinkosauginis normatyvinis dokumentas;

LGT – Lietuvos geologijos tarnyba;

LR – Lietuvos Respublika;

ND – Nuotekų dumblas;

NVĮ – Nuotekų valymo įrenginys;

Pav. – Paveikslas;

RV – Ribinė vertė;

SM – Skendinčios medžiagos;

UKB – Uždaro kompostavimo būdas;

ŽA – Žaliosios atliekos;

SVARBIAUSIOS SĄVOKOS IR JŲ PAAIŠKINIMAI

Aplinkos vadybos sistema – tai aplinkosaugos problemų nustatymo ir sprendimo sistema, padedanti įgyvendinti aplinkosauginius įsipareigojimus ir veiksmingumo gerinimo tikslus (žr. 42 p.)

Būvio ciklas – visuma veiksnių susijusių su poveikio aplinkai mažinimu per visą gyvavimo ciklą, vertinant išteklių išgavimą, gamyba, naudojimą, vežimą ir šalinimą. (žr. 37 p.)

Dumblo kategorija – dumblo užterštumo nustatymas pagal sunkiuosius metalus (žr.56 p.)

Dumblo klasė – dumblo vertinimas pagal mikrobiologinius- parazitologinius rodiklius (žr.56 p.)

Dumblo kompostavimas – dumblo maišymo procesas su žaliosiomis atliekomis (lapais, šiaudais, šakomis). Kompostavimo metu žūva patogeninės bakterijos ir susidaro organinė trąša - kompostas (žr.36 p.)

Flokuliantas – medžiaga, padedanti susidaryti dribsniams dispersinėje sistemoje (žr.37 p.)

Nuotekos – ūkyje, buityje ir pramonėje, įskaitant ir kritulių, mašinų plovimo, teritorijos dangos vanduo, kuris išleidžiamas į aplinką (žr. 15 p.)

Nuotekų dumblas – buitinių ir komunalinių nuotekų valymo metu susidarantis dumblas (žr. 25 p.)

Nuotekų tvarkymas – įmonės vykdomas nuotekų surinkimas, laikymas, valymas, transportavimas, apskaita, tyrimas, išleidimas į aplinką, įskaitant ir susidariusių atliekų, tokių kaip (dumblo) tvarkymas (žr. 15 p.)

Nuotekų tvarkymo infrastruktūra – tai kompleksinė įrenginių, statinių ir komunikacijų visumą, kuria sudaro vamzdiniai, siurblinės, šuliniai, nuotekų valymo įrenginiai ir kiti objektai (žr. 15 p.)

Poveikio aplinkai vertinimas – tai planuojamos ūkinės veiklos poveikio aplinkai vertinimo procesas, kuris užtikrina, kad atsakinga institucija disponuotų informaciją ir priimtų tinkamą sprendimą (žr. 42 p.)

Rinka – visuma santykių tarp realių ir potencialių pirkėjų ir pardavėjų, laisvai, be išorinės prievartos, perkančių prekes bei paslaugas (žr. 49 p.)

Superkritinis vanduo – yra skysto vandens ir vandens garų mišinys, kuriam būdingos ypatingos savybės. Pavyzdžiui, jis puikiai tinka organinėms medžiagoms skaidyti ir gali būti naudojamas, kai pavojingas chemines medžiagas gamtai draugišku būdu reikia paversti mažiau žalingomis medžiagomis (žr. 40 p.)

SANTRAUKA

Stankevičius Dainius. Nuotekų dumblo panaudojimo galimybių vertinimas. *Magistro* baigiamasis vadovas doc. dr. Jolanta Dvarionienė; Kauno technologijos universitetas, Aplinkos inžinerijos institutas.

Mokslų kryptis ir sritis: Technologijos mokslai, bendroji inžinerija.

Reikšminiai žodžiai: *dumblas, nuotekos, geriausias prieinamas gamybos būdas, aplinkosauginis vertinimas, nuotekų valymo tinklai.*

Kaunas, 2016. 72 p.

Kiekvienais metais Lietuvoje susikaupia apie 500 000 tūkst tonų nuotekų dumblo. Jurbarko miesto nuotekų valykloje per metus susidaro apie 2200 tūkst tonų dumblo, kurio didžioji dalis naudojama miškams tręšti.

Darbo tikslas – įvertinti Jurbarko mieste susidarančio nuotekų dumblo kiekius, išanalizuoti galimus nuotekų dumblo panaudojimo būdus ir pasiūlyti Jurbarko miesto nuotekų valyklai galimas dumblo panaudojimo alternatyvas.

Tyrimui atlikti buvo pasirinkta būvio ciklo požiūrio, CCaLC ir Jong Lim (Limo) moksliniame darbe naudota metodika. Atliekant aplinkosauginę analizę įmonėje buvo nustatyta esama nuotekų dumblo tvarkymo taršos grėsmė, o pasitelkiant GPGB ir būvio ciklo požiūrį, įvardinti galimi dumblo apdorojimo scenarijai.

Darbe buvo atliktas dumblo panaudojimo galimybių įvertinimas, kuriam nustatyti pasirinkti trys tvarkymo scenarijai ir penki aplinkosauginiai rodikliai. Remiantis būvio ciklo požiūriu buvo pasirinkti šie rodikliai: globalinio atšilimo potencialas, dirvožemio rūgštinėjimas, ozono irimas, eutrofikacija, ir toksiškumas žmogui.

Išanalizavus gautus tyrimo rezultatus, buvo pasiūlytos trys inovacijos: uždaras dumblo kompostavimas su kitomis BSA, atviras dumblo kompostavimas su BSA ir anaerobinis pūdymas kartu su bioskaidžiomis atliekomis. Atlikus scenarijų poveikio aplinkai įvertinimą Ecoinvent ir CCaLC duomenų bazėje buvo nustatyti šių inovacijų privalumai ir trūkumai. Gauti rezultatai nustatė, kad aplinkosauginiu požiūriu įmonėje gali būti pasirinktos dvi dumblo inovacijos: atviras kompostavimas arba anaerobinis pūdymas. Galimybėms iširti buvo naudojami UAB „Jurbarko vandenys“ NVĮ 2009-2015 duomenys.

Stankevičius, Dainius: *Options evaluation of utilization of sewage sludge*. Master supervisor assoc. Doc. Dr. Jolanta Dvarionienė. Institute of Environmental Engineering, Kaunas University of Technology.

Research area and field: Technological sciences, general engineering.

Key words: sludge, waste water, the best available techniques, environmental assessment, wastewater treatment networks.

Kaunas, 2016. 72 p.

SUMMARY

About 500000 tons of sewage sludge is accumulated in Lithuania every year. About 2200 tons of sludge is comprised in a cleaning room of sewage of Jurbarkas city. The most part of sewage is used to fertilize forests.

The aim of the research is to evaluate the amount of sewage sludge in Jurbarkas city, analyse possible ways of usage of sewage sludge and propose possible alternatives of usage of sewage sludge for a cleaning room of sewage of Jurbarkas city.

The methodology of approach of existence cycle, CCaLC and JongLim is chosen in order to carry out the research. The threat of management pollution of sewage sludge is identified during the analysis of an environmental protection in the company. Possible scenarios of sludge processing are named during the approach of existence cycle and GPGB.

Evaluation of usage possibilities of sludge is carried out in this thesis. Three scenarios of management and five indicators of environmental protection are chosen in order to identify evaluation. The indicators are chosen by the approach of existence cycle. These indicators are potential of global warming, acidification of soil, decay of ozone, eutrophication and toxicity to human being.

Three innovations are proposed after the analysis of received research results. These innovations are a closed composting of sludge with others BSA, a direct composting of sludge with BSA and an anaerobic fallow together with biodegradable waste. Advantages and disadvantages are identified during the evaluation of scenarios impact to environment in Ecoinvent and CCaLC databases. The received results showed that two innovations of sludge can be chosen regarding to the approach of environmental protection in the company. These innovations are a direct composting or anaerobic fallow. Findings of 2009-2015 years of sewage cleaning systems (NVI) of UAB Jurbarko vandenys are used in order to investigate the possibilities.

IVADAS

Nuotekų valymas – tai procesas, kurio metu atskiriamas vanduo ir teršalai. Nuotekomis atkeliavę teršalai patenka į dumblą. Nepakankamai tvarkomas nuotekų dumblas pavojingas aplinkai, nes gali teršti orą, vandenį ir dirvožemį. Be to, dar gali tapti vienu iš biologinių taršos šaltinių. Dumblo susidarymo kiekis priklauso nuo išvalymo kokybės ir užterštumo lygio. Nestabilizuotas dumblas yra puiki terpė užkrečiamųjų ligų sukėlėjams, kuriuos paprastai platina vabzdžiai ir graužikai (Zuokaitė 2008).

Nuotekų dumblo apdorojimas ir šalinimas yra brangi ir aplinkai tarši veikla. Visame pasaulyje dumblo kiekiai didėja, o tai leidžia manyti, kad dumblo šalinimo problema ir toliau išliks aktuali.

Žmonių populiacija auga, o griežtėjantys teisės aktai priverčia vis daugiau gyventojų prisijungti prie centralizuotos nuotekų sistemos. Tokie pokyčiai priveda prie didėjančių dumblo kiekių. Institucijų atsakingų už aplinkos apsaugą, vienas iš pagrindinių uždavinių yra rasti ekonomiškai patrauklius ir racionalius būdus, kaip spręsti su nuotekų tvarkymu susijusias problemas. Perdirbimas ir atliekų naudojimas kaip žaliava yra pageidautinos alternatyvos tvariai plėtrai, tačiau neatmetamos ir kitos nuotekų dumblo tvarkymo galimybės, tokios kaip deginimas ar pūdyimas (Hall 2016).

Dumblas šalinamas keliais būdais. Vienas iš jų – šalinimas sąvartynuose ir dumblo saugyklose. Kitas, ne toks aktualus Lietuvai šalinimo būdas – vandens telkiniuose: jūrose ir ežeruose.

Valyklose susidaręs dumblas ir komponentai gali būti įvairiai panaudoti. Išvalytą dumblą siūloma naudoti karjerų rekultivacijai, žemės ūkyje kaip trąšą, sunaikintų plotų rekultivacijai arba tiesiog perdirbti. Perdirbus dumblą ir jo komponentus, gaunamas produktas, kurį galima parduoti vietinėje rinkoje ir taip padengti su perdirbimo procesu susijusius kaštus (Kripaitienė 2010).

Nuotekų valykloje susidaręs dumblas normatyviniame dokumente *LAND 20-2005* yra klasifikuojamas pagal parazitologinius ir mikrobiologinius parametrus, dumblo apdorojimo būdus dumblo kokybinius rodiklius, sausų medžiagų kiekį (%) ir organinių medžiagų kiekį (%). Dumblas pagal jo pH skirstomas į tris grupes: A, B ir C, o pagal jame esančias sunkiųjų metalų koncentracijas į tris kategorijas: pirmos kategorijos (I), antros kategorijos (II), trečios kategorijos (III).

Jurbarko mieste esančioje UAB „Jurbarko vandenys“ priklausančioje nuotekų valykloje, per metus susidaro apie 2200 t dumblo, kuriam būtina rasti sprendimus, padėsiančius sumažinti ar pakartotinai panaudoti nuotekų valymo procesuose susidariusį dumblą. Galimybių ieškojimas dumblo panaudojimui, turi būti vienas iš pagrindinių įmonės tikslų, siekiant vystyti darnią įmonės aplinkos apsaugos politiką.

Šiuo darbu siekiama nustatyti dumblo panaudojimo galimybes, kuriomis būtų sumažintas ne tik neigiamas poveikis aplinkai, bet ir išspręsta dumblo sandėliavimo ir šalinimo miške problema.

Darbo objektas – Jurbarko miesto nuotekų dumblo panaudojimo galimybių vertinimas.

Darbo tikslas – Įvertinti UAB „Jurbarko vandenys“ valykloje susidariusio nuotekų dumblo panaudojimo galimybes.

Darbo uždaviniai:

1. Atlikti nuotekų dumblo tvarkymo analizę Lietuvos ir Europos Sąjungoje;
2. Ištirti nuotekų dumblo apdorojimui taikomas technologijas;
3. Įvertinti įmonėje susidarančio dumblo kiekius ir su jo tvarkymu susijusias aplinkos apsaugos problemas;
4. Pasiūlyti dumblo apdorojimo scenarijus;
5. Įvertinti skirtingus dumblo apdorojimo scenarijus, taikant būvio ciklo požiūrį ir naudojant programinę įrangą CCaLC Biochem v3.

Darbo naujumas ir aktualumas

Darbo naujumas siejamas su atlikta UAB „Jurbarko vandenys“ susidarančio dumblo panaudojimo galimybių analize. Iki šiol šią tematiką analizuojantis mokslinis darbas buvo atliktas tik magistrantės A. Lenkaitytės, kuri aptarė įmonės įrenginius darnumo kontekste.

Darbo teorinė ir praktinė nauda

Atlikto tyrimo rezultatai bus perduoti UAB „Jurbarko vandenys“, susidarančio dumblo panaudojimo galimybių parinkimui ir įvertinimui.

Darbo struktūra

Darbą sudaro įvadas, teorinė analizė, metodinė tyrimų dalis, tyrimo rezultatai ir aptarimas, išvados, literatūros sąrašas ir priedai.

1. TEORINĖ ANALIZĖ

1.1 Nuotekų tvarkymas

Nuotekos, remiantis aplinkos apsaugos agentūros ataskaita (2014), įvardijamos, kaip ūkyje, buityje ir pramonėje, įskaitant ir kritulių, mašinų plovimo, teritorijos dangos vanduo, kuris išleidžiamas į aplinką. Netinkamai tvarkomos nuotekos, pavyzdžiui: nepakankamai išvalytos ar nevalytos nuotekos, teršia paviršinius vandens telkinius. Tai daro neigiama poveikį augalams, žmonėms ir vandens ekosistemoms. Dideli azoto ir fosforo kiekiai nuotekose prisideda prie vandens telkinių eutrofikacijos proceso. Spartus dumblių ir paviršinės augmenijos formų augimas, sukelia vandens organizmų kaitą vandenyje, o taip pat neigiamai veikiama ir gėlo vandens kokybė.

Lietuvoje veikia daugiau kaip 900 nuotekų valyklų, iš kurių apie 2/3 valyklų taiko biologinio valymo įrenginius, pasitelkiant veikliojo dumblo technologiją (Investicinė programa 2006).

Vertinant nuotekų tvarkymo, klasifikavimo ir šalinimo reikšmę nuotekų valyklose, verta paminėti keletą sąvokų esančių 2014 m. birželio 12 d. *LR geriamojo vandens tiekimo ir nuotekų tvarkymo įstatyme*. Nuotekų tvarkymas įstatyme apibūdinamas kaip savivaldybės įmonės vykdomas nuotekų surinkimas, laikymas, valymas, transportavimas, apskaita, tyrimas, išleidimas į aplinką, įskaitant ir susidariusių dumblo atliekų, tvarkymas. Paslaugoms tinkamai atlikti reikalinga nuotekų tvarkymo infrastruktūra, kuri LR teisės akte įvardijama kaip statinių, įrenginių ir komunikacijų kompleksas, atskiros komplekso dalys, skirtos nuotekoms surinkti, laikyti, transportuoti, valyti, tirti ir jų apskaitai tvarkyti. Tai negalioja vartotojams, kuriems nuosavybės teise priklauso naudojama nuotekų tvarkymo infrastruktūra. Svarbu paminėti, kad už nuotekų, geriamojo vandens ir paviršinių nuotekų tvarkymą yra atsakingi vandens tiekėjai.

Norint suprasti nuotekų klasifikaciją būtų tikslinga nuotekas suskirstyti į tris grupes:

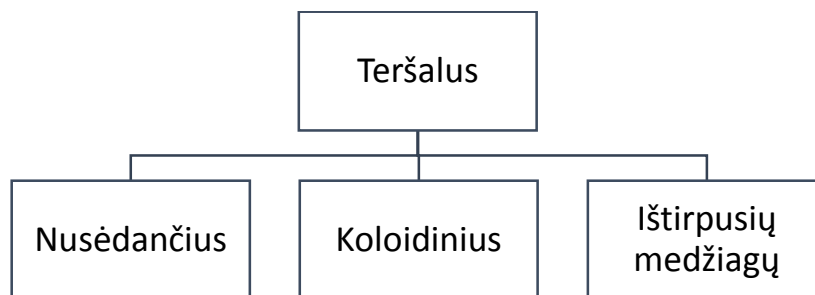
1 lentelė. Nuotekų klasifikacija pagal grupes

Pirmoji grupė	Antroji grupė	Trečioji grupė
Paviršinės nuotekos	Buitinės nuotekos	Pramoninės nuotekos
<ul style="list-style-type: none"> • Gatvių • Šaligatvių • Stogų • Teritorijos paviršiaus 	<ul style="list-style-type: none"> • Vonių • Praustuvų • Kriauklių • Unitazų 	<ul style="list-style-type: none"> • Įmonių procesų ir įmonėje atliekamos veiklos

Paviršinės nuotekos nepaveiktos taršos išleidžiamos į aplinką ir be biologinio valymo. Pramoninės ir buitinės nuotekos dėl fiziologinės ir technologiniuose procesuose atsiradusios taršos privalo būti išvalomos (Nuotekų tipai 2014).

Užterštumo lygio apibūdinimui naudojami du rodikliai, tai biocheminis deguonies suvartojimas BDS₅ ir skendinčios medžiagos SM. (Adomaitytė 2014).

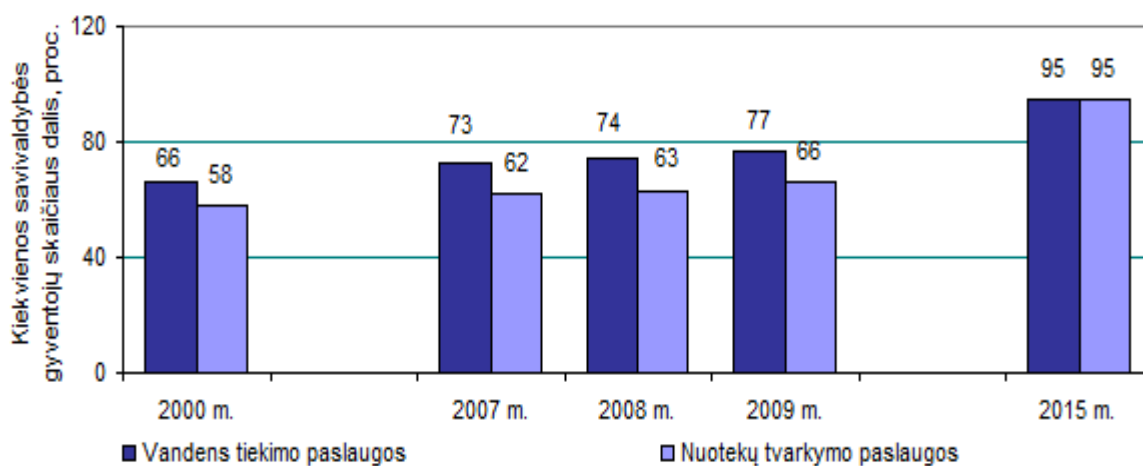
Nuotekose atsiradę teršalai, taip pat klasifikuojami į tris grupes:



1 paveikslas. Teršalų klasifikacija pagal grupes

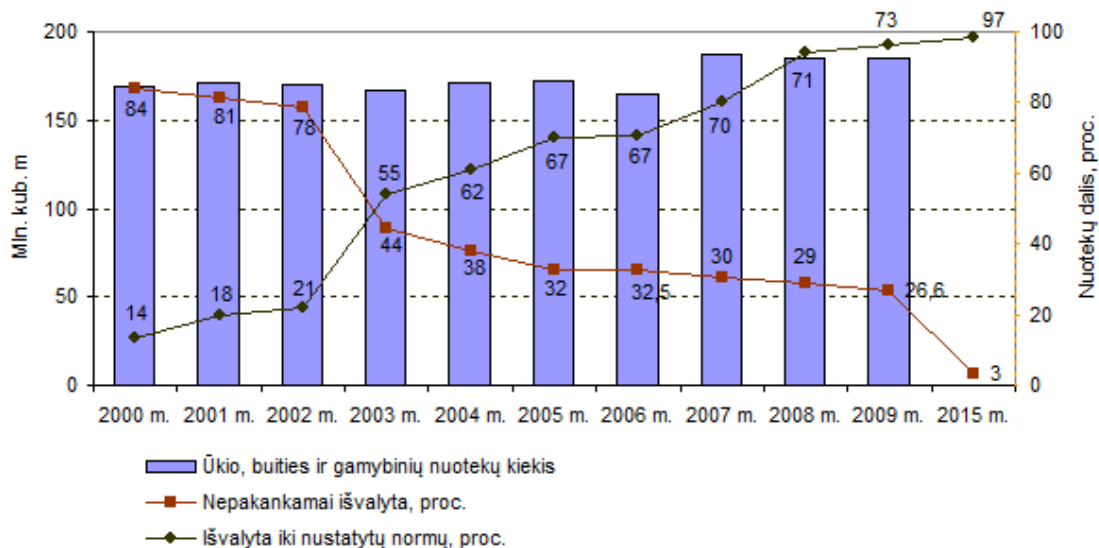
1.1.1 Esama nuotekų tvarkymo situacija Lietuvoje

Esamų miesto ribų plėtimasis ir naujų miesto kvartalų statybos paskatino už nuotekų tvarkymą atsakingas įmonės imtis veiksmų, kad nuotekų tvarkymo paslaugos būtų prieinamos kiekvienam LR piliečiui. Savivaldybės, turėdamos ribotą biudžetą nuotekų tvarkymo gerinimui ieško papildomų variantų, kaip nuotekų tvarkymą ir paslaugų prieinamumą padaryti didesnį. Tokia galimybę suteikė ES 2007–2013 metų Sanglaudos skatinimo veiksmų programos 3 prioriteto „Aplinka ir darnus vystymasis“ įgyvendinimo VP3-3.1-AM-01-V priemonė „Vandens tiekimo ir nuotekų tvarkymo sistemų renovavimas ir plėtra“. Įsisavinus ES skiriamas lėšas, nuotekų tvarkymo prieinamumas Lietuvos gyventojams išaugo net iki 95 % (ES parama 2013).



2 paveikslas. Gyventojų aprūpinimas geriamojo vandens tiekimo ir nuotekų tvarkymo paslaugomis, % (Strateginis veiklos planas 2009)

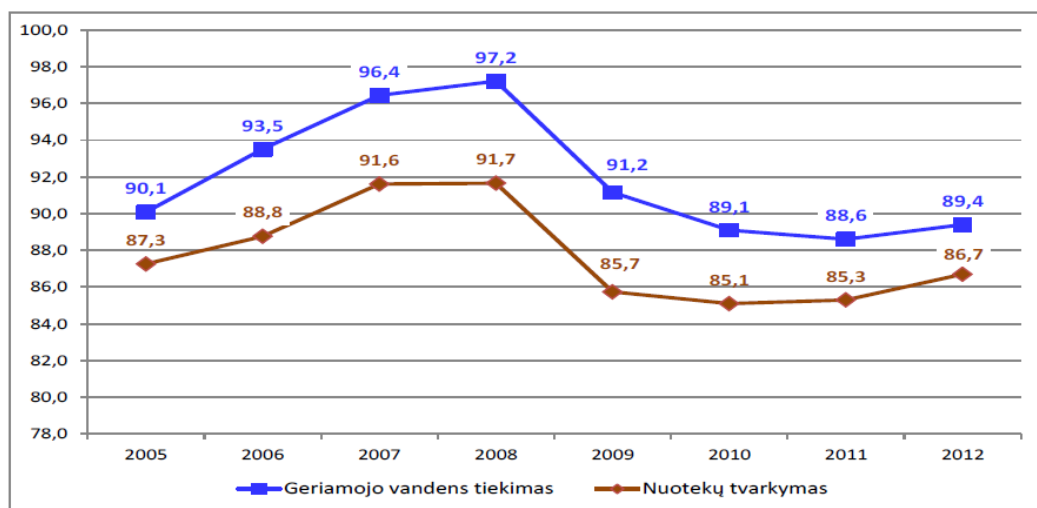
Aplinkos ministerijos 2009 metų strateginiame veiklos plane, pateikti duomenys dėl gyventojų aprūpinimo geriamojo vandens tiekimo ir nuotekų tvarkymo paslaugomis 2000 m., 2007-2008 m. ir prognozė – 2009 - 2015 m. Palyginus 2000-2015 metų kitimo prognozę (2 pav.) matyti, kad vandens tiekimo paslaugų prieinamumas padidėjo 29 %, o nuotekų tvarkymo paslaugos net 37 %., Daugumoje savivaldybių prognozės 2016 metais jau viršijo lūkesčius ir sudarė 98 % paslaugų prieinamumą.



3 paveikslas. Ūkio, buities ir gamybinių nuotekų valymas (Strateginis veiklos planas 2009)

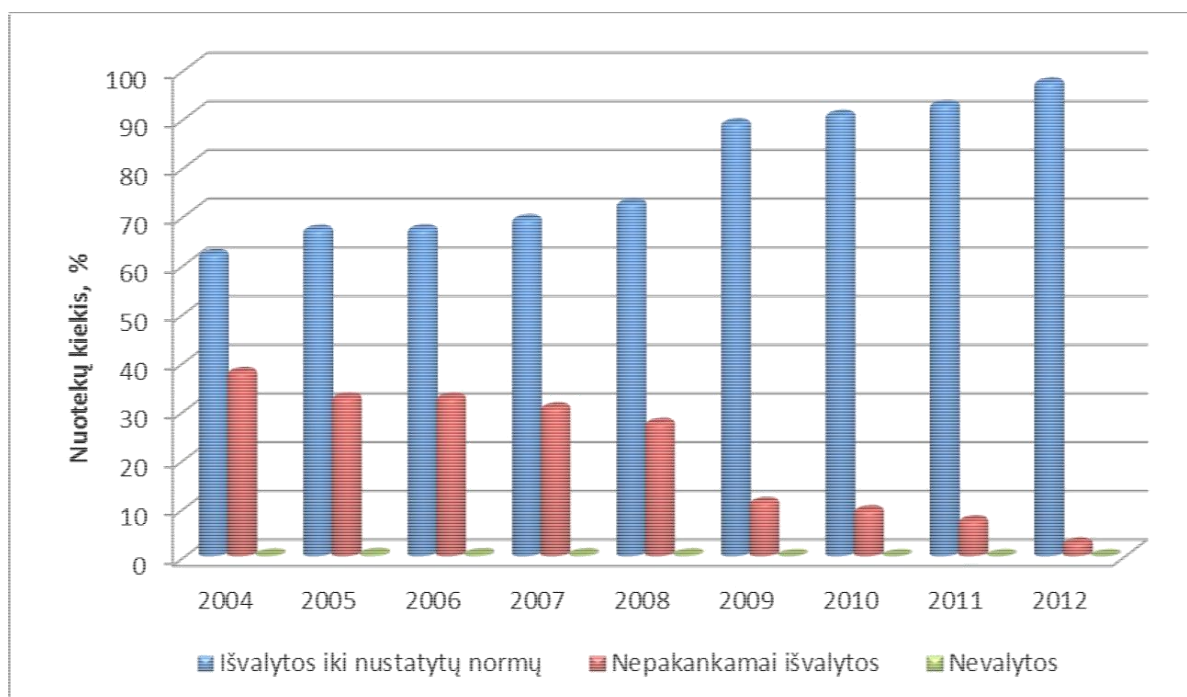
Remiantis 2009 metais patvirtintu strateginiu veiklos planu galima palyginti nuotekų valymo prognozes su jau esamais rezultatais. Iš 3 pav. esančios diagramos matome, kad 2008-2009 metais išvalytų nuotekų kiekis viršijo valstybės pateiktas prognozes. Gauti rezultatai leidžia teigti, kad nuotekų kiekis iki išvalytų nustatytų normų, didėja.

Tačiau, valstybėje vykstant demografiniams pokyčiams, mažėja geriamojo vandens tiekimo ir nuotekų tvarkymo paslaugų pardavimai, kurie pavaizduoti (4 pav.). Didžiausias vandens sunaudojimo ir nuotekų tvarkymo apimčių kreivės kritimas įvyko 2008 metais, sąlygotas ekonominės krizės.



4 paveikslas. Centralizuoto geriamojo vandens tiekimo ir centralizuoto nuotekų tvarkymo apimčių dinamika 2005-2012 m., mln. m³ (strateginis veiklos planas 2009)

Aplinkos apsaugos ataskaitos duomenimis pagal 1991 m. gegužės 21 d. Tarybos direktyvos Nr. 91/271/EEB dėl miesto nuotekų valymo 16 straipsnį į gamtinę aplinką 2012 m. buvo išleista 179,5 mln. m³ valytinų buitinių, gamybinių ir komunalinių nuotekų. Tik nedidelę dalį sudarė nepakankamai išvalytos nuotekos. Situacijos gerėjimą galima paaiškinti ES įstojimo sutartimi, kurioje visa teritorija esanti LR buvo prilyginta jautriai eutrofikacijos zonai. Nuotekų išleidimui įsigaliojo sugriežtinti reikalavimai. Aglomeracijos, kurios tapo didesnės negu 10000 g.e (gyventojų ekvivalento), privalėjo būti valomos tretiniu valymu, tai yra biologiniu valymu su papildomu azoto ir fosforo šalinimu. Aglomeracijos, kurios buvo didesnės už 2000 g.e nuotekų valymui buvo taikomi biologiniai valymo procesai.



5 paveikslas. 2004-2012 m. į paviršinius vandens telkinius išleistų, buitinių, gamybinių ir komunalinių nuotekų kitimo dinamika (Aplinkos apsaugos ataskaita 2012)

1.1.2 Nuotekų tvarkymo situacija ES šalyse

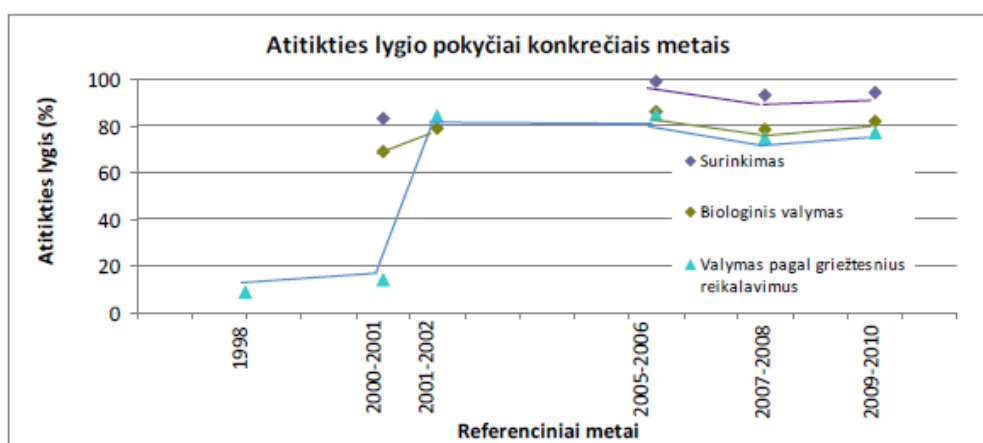
Nuotekų tvarkymas Europos Sąjungos šalyse išlieka vienu iš svarbiausių iššūkių visai bendrijai. Didelis gyventojų skaičius, kuris ES šalyse-narėse sudaro 500 milijonus (žr. 2 priedas) verčia peržiūrėti nuotekų tvarkymo politiką, kuri Europos Komisijos 2007 m. kovo 22 d pranešimu, nėra pakankama. Teigiama, kad ne visos ES šalys daro vienodą pažangą nuotekų tvarkymo tikslams pasiekti (Vandens politika 2007).

Septintoji Miesto nuotekų valymo direktyva (91/271/EEB) yra viena iš pagrindinių su vandens politikos gerinimu susijusių direktyvų Europoje. Direktyvoje įtvirtintos nuostatos, kuriomis pirmiausia siekiama saugoti mus supančią aplinką nuo galimai neigiamo miesto nuotekų išleidimo poveikio. Nemažas dėmesys skiriamas ir gamybinėms, žemės ūkio, maisto produktų sektoriams. Direktyva reikalauja surinkti ir išleisti nuotekas, įvardijant taikomus išvalymo būdus ir nustatant išvalytų nuotekų didžiausias teršalų ribines vertes.

Remiantis *Septintąja Miesto nuotekų valymo direktyvos (91/271/EEB) įgyvendinimo ataskaita* teigiama, kad daugumoje ES valstybių narių nuotekų surinkimo lygis yra labai aukštas ir sudaro 94 %. Palyginus su ankstesnių metų rodikliais, nuotekų surinkimas pakilęs 2 %. Mažiau negu 15 valstybių, kurių daugumą sudaro iki 2004 metų į ES įstojusios šalys: Nyderlandai, Didžioji Britanija, Vokietija, Šveicarija yra pasiekusios 100 % atitikties lygį. Augant ekonomikai, nuotekų surinkimo lygį pavyko išlaikyti stabilų, o kai kuriose šalyse ir padidinti. Tačiau atsirado valstybių, kuriose nuotekos buvo nesurenkamos arba surenkamos iš dalies. Galima išskirti Kiprą, Latviją ir Bulgariją, kurių 2009–2010 m. atitikties lygis vis dar buvo mažesnis negu 30 %.

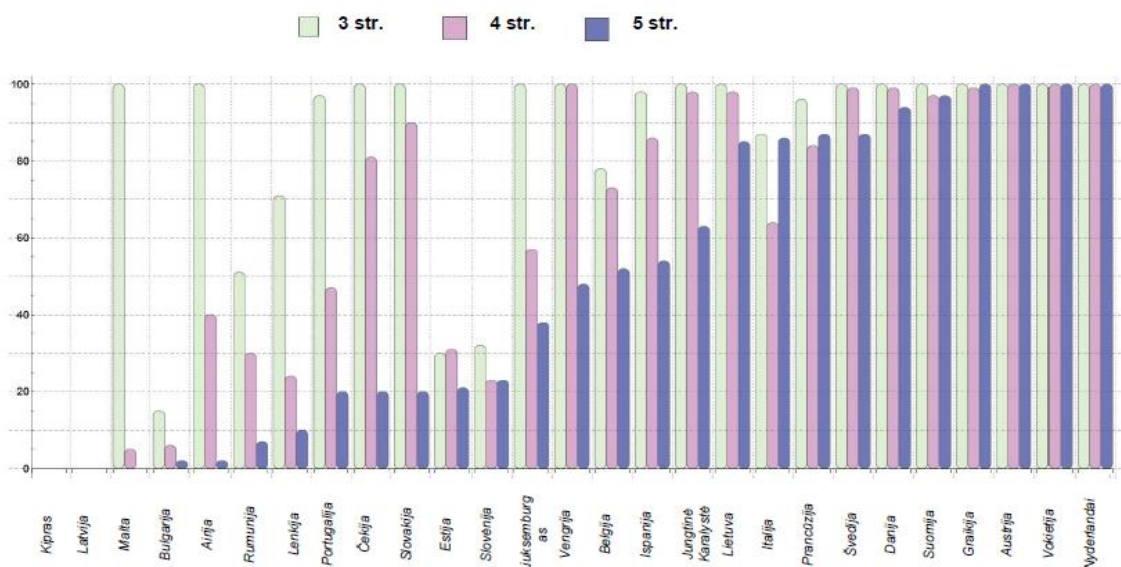
Vertinant nuotekų surinkimo lygio kaitos tendencija, svarbu pateikti: biologinio valymo, nuotekų surinkimo ir valymo pagal griežtesnius reikalavimus pokyčius (6 pav.). Remiantis keliomis skirtingomis įgyvendinimo ataskaitomis, pradedant nuo antrosios, baigiant septintąja ataskaita, matomi skirtingi atitikties pokyčiai konkrečiais metais.

Svarbu paminėti, kad lygis teisiniams reikalavimams iki septintosios ataskaitos (2009–2010 m.) pastebimai išaugo. Nors dvylika Europos bendrijos šalių privalėjo taikyti įsipareigojimus pirmą kartą, tačiau bendri atitikties rezultatai nesumažėjo.



6 paveikslas. Nuotekų surinkimo, biologinio valymo atitikties pokyčiai 1998-2010 metais, % (Septintoji miesto nuotekų valymo direktyva 2013)

Vertinant nuotekų surinkimą svarbu nustatyti, kokios šalys daugiausiai ir mažiausiai atitinka straipsniuose keliamus reikalavimus. Paveiksle (7 pav.) pateikti šalių-narių atitikties direktyvos 3 straipsniui rezultatai (surinkimas) nurodyti žalia spalva, atitiktis 4 straipsniui (antrinis valymas) – rausva spalva ir atitiktis 5 straipsniui (valymas pagal griežtesnius reikalavimus) – mėlyna spalva. Šalys suskirstytos pirmiausiai nurodant tas, kurių atitikties 5 straipsniui lygis yra mažiausias (Septintoji Miesto nuotekų valymo direktyva 2013).



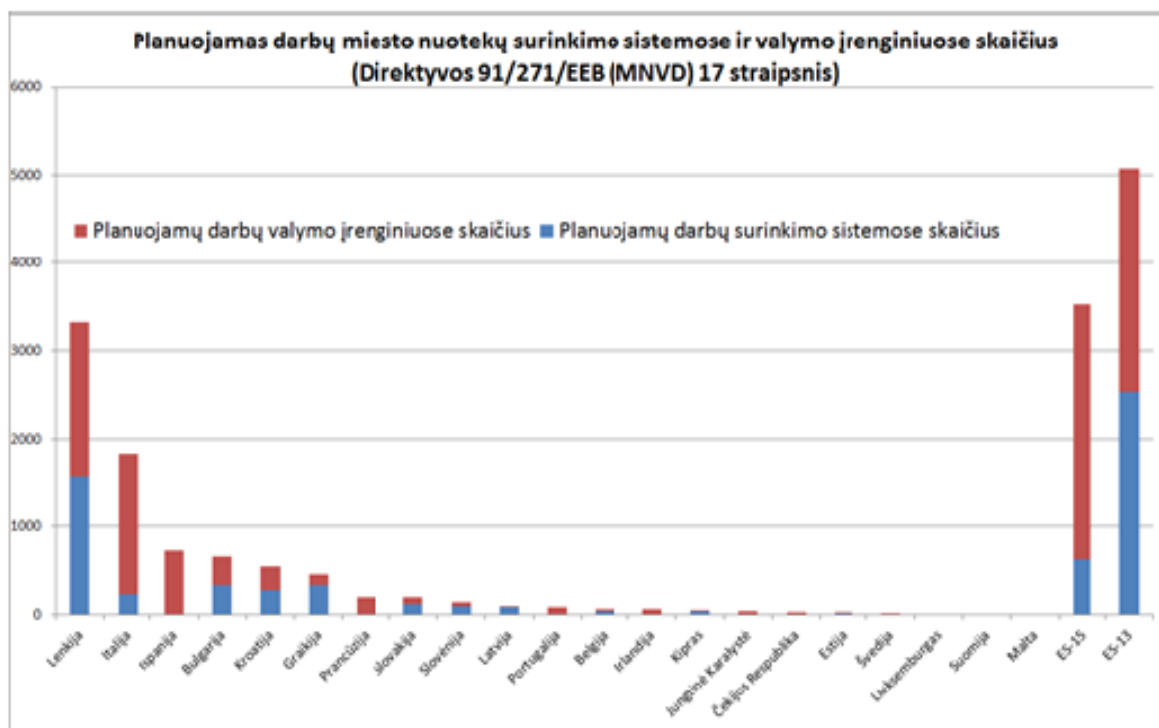
7 paveikslas. ES valstybių narių atitikties direktyvų pagal straipsnius diagrama (Septintoji miesto nuotekų valymo direktyva 2013)

Aštuntoje tarybos *direktyvos 91/271/EEB dėl miesto nuotekų valymo įgyvendinimo būklės ir įgyvendinimo programų ataskaitoje* pateikiami išsamūs veiksmai, kurie skatina ES šalis atitikti joms taikomus reikalavimus. Išskirti EK ataskaitoje galima šias temas:

- Finansavimo programos;
- Įgyvendinimo programos;
- Duomenų valdymo ir sklaidos gerinimas;
- Teisinis direktyvos įgyvendinimo užtikrinimas;
- Darbo vietų kūrimas ir ekonomikos augimo skatinimas investuojant į vandens paslaugų infrastruktūrą.

Sėkmingam direktyvų įgyvendinimui didelę reikšmę sudaro skiriamas finansavimas. Lietuva, kaip ir kitos ES šalys, deda visas pastangas, kad kuo didesnis nuotekų valymui skiriamas finansavimas būtų įsisavintas, taip siekiant pagerinti nuotekų valymo būklę. Valstybės narės informavo, kad 2014–2027 metų laikotarpiu planuojama įgyvendinti 8 600 projektų.

Projektus susijusius su nuotekų surinkimo ir valymo infrastruktūra, norima įgyvendinti iki 2018 metų. Nesilaikymo reikalavimams pašalinti skiriama 70 % finansinių išteklių, o tuo tarpu atitikties reikalavimams užtikrinti skiriama 30 % sumos nuo bendro biudžeto. Pasiskirstymą, pagal finansavimo programas ES šalyse galime rasti (8 pav.).



8 paveikslas. Planuojamas darbų miesto nuotekų surinkimo sistemose ir valymo įrenginiuose skaičius(Aštuntoji miesto nuotekų valymo direktyva 2016)

1.2 Lietuvos ir ES teisės aktai, reglamentuojantys nuotekų tvarkymą

1.2.1 Nuotekų tvarkymo reglamentacija Lietuvoje

Nuotekų tvarkymas yra laikomas viena iš prioritetinių valstybės aplinkos apsaugos veiklos sričių, kurių teisinis dokumentų reglamentavimas atliekamas tarptautiniu lygiu. Vertinant ir sprendžiant problemas nuotekų tvarkyme, reikia vadovautis ES direktyvomis, Seimo, Vyriausybės, Aplinkos ministerijos ir kitų žinybų priimtais įstatymais, nutarimais ir kitais patvirtintais teisės aktais.

Pagrindiniai teisės aktai reglamentuojantys nuotekų šalinimą Lietuvoje yra 2000/60/EEC „Bendroji vandens politikos direktyva“, LR įsakymas „Dėl nuotekų tvarkymo reglamento patvirtinimo“, LR geriamojo vandens tiekimo ir nuotekų tvarkymo įstatymas, LR aplinkos ministro įsakymas „Dėl mažų nuotekų kiekių tvarkymo“.

Nuotekų tvarkymo teisės aktais siekiama užtikrinti kiekvieno piliečio teisę gauti geriamojo vandens tiekimo ir nuotekų tvarkymo paslaugas. Pasiiekti tikslus padeda valstybės ilgalaikės raidos strategija ir Nacionalinė darnaus vystymosi strategija.

Tačiau, šiuo metu pagrindinis vandentvarkos plėtrai galiojantis teisės aktas yra Geriamojo vandens tiekimo ir nuotekų tvarkymo 2008–2015 m. plėtros strategija, patvirtinta 2008-08-27 LR Vyriausybės nutarimu Nr. 832. Pagrindinis strategijos tikslas – nustatyti geriamojo vandens tiekimo ir nuotekų tvarkymo paslaugų veiklos kryptis atitinkančius reikalavimus ir poreikius. Strategijoje yra išskelti šie uždaviniai:

- 100 proc. geriamojo vandens kokybės atitiktis saugos ir kokybės reikalavimams;
- 100 proc. surenkamų nuotekų išvalymas iki nustatytų normų;
- Nuotekų valymo įmonių stambinimas bei geresnė priežiūra;
- Nuotekų tvarkymo geriamojo vandens ir paslaugų prieinamumas – ne mažiau kaip 95 proc. Lietuvos gyventojų (Galutinė vertinimo ataskaita 2012).

1.2.2 Nuotekų tvarkymo reglamentacija Europos Sąjungoje

ES teisę sudaro pirminės ir antrinės teisės aktai. Pirminės teisės aktai yra sutartys, kuriomis grindžiama visa ES veikla. Antrinės teisės aktai – reglamentai, direktyvos ir sprendimai – yra parengti remiantis sutarčių principais ir tikslais.

Įvertinus ES narių galimybes ir potencialą diegti ir vykdyti su nuotekų tvarkymu susijusius sprendimus vertėtų paminėti šiuos svarbiausius teisės aktus, kurie labiausiai prisideda prie sprendimų mažinti taršą ir pavojų žmonių sveikatai.

Direktyva 2000/60/EB dėl Europos Parlamento ir Tarybos veiksmų vandens politikos srityje;

Direktyva nustatomos taisyklės, skirtos užtikrinti, kad ES vandens telkinių būklė neblogėtų ir iki 2015 m. Europos upės, ežerai ir požeminis vanduo taptų geros būklės.

Direktyva 91/271/EEB dėl miesto nuotekų valymo;

Šios direktyvos tikslas – apsaugoti vandens aplinką nuo miesto nuotekų žalingo poveikio (pavyzdžiui, eutrofikacijos). Joje nustatytos ES mastu taikomos nuotekų surinkimo, valymo ir išleidimo taisyklės. Ji taip pat taikoma įvairių pramonės šakų, kaip antai žemės ūkio produktų perdirbimo (pavyzdžiui, maisto produktų perdirbimo ir alaus darymo), nuotekoms.

Direktyva 1999/31/EB dėl atliekų sąvartynų;

Šios direktyvos tikslas – atliekoms bei sąvartynams taikant griežtus eksploataavimo ir techninius reikalavimus, numatyti priemonės, tvarką ir gaires, kurios padėtų užkirsti kelią arba kuo labiau sumažintų neigiamą poveikį aplinkai, ypač paviršinių ir požeminių vandenių, dirvožemio ir oro taršai. Įskaitant šiltnamio efektą ir sąvartynų keliamą pavojų žmonėms, šalinant atliekas.

Direktyva 86/278/EEB dėl nuotekų naudojimo žemės ūkyje;

Direktyvos tikslas – reguliuoti nuotekų dumblo naudojimą žemės ūkyje, kad būtų galima užkirsti kelią kenksmingam jo poveikiui dirvožemiui, augmenijai, gyvūnijai, žmonėms ir skatinti jo teisingą naudojimą.

Direktyva 91/676/EEB dėl vandenių apsaugos nuo taršos nitratais iš žemės ūkio šaltinių;

Direktyvos tikslas – mažinti vandens taršą, kurią sukelia ar skatina žemės ūkyje naudojami nitratai ir stabdyti tolimesnį tokį teršimą.

1.3 Dumblo tvarkymas

1.3.1 Dumblo tvarkymo teisinis reguliavimas Lietuvoje

Kiekvienais metais Lietuvoje ir visame pasaulyje didėjantys susidarančio nuotekų dumblo kiekiai sukuria nemažai problemų, kurios priverčia imtis neatidėliotinų sprendimų, kaip šiuos po valymo proceso susidariusius nuotekų dumblo kiekius sutvarkyti. Didėjanti dumblo panaudojimo galimybių įvairovė, priverė atkreipti dėmesį į teisinį reguliavimą. Kiekvienai besivystančiai šaliai pasidarė ypač svarbu sukurti ir įgyvendinti nuotekų dumblo tvarkymo sistemas, įstatymus nustatančius, kaip tikslingai reikėtų panaudoti nuotekų valyklose esančius dumblo kiekius.

Nuotekų dumble susikaupusios sunkiųjų metalų, toksiškų organinių junginių, patogeninių mikroorganizmų dalelės, sukuria nemažai problemų. Todėl tikslinga tarpusavyje suderinti dumblo tvarkymui priskiriamus teisės aktus, kurie prisidėtų prie saugaus dumblo panaudojimo ar šalinimo.

Pagrindiniais normatyviniais dokumentais, kurie leidžia panaudoti nuotekų dumblą dirvožemių tręšimui ar rekultūvacijai Lietuvoje galima išskirti du:

1. Nuotekų dumblo naudojimo tręšimui bei rekultūvacijai reikalavimai *LAND 20-2005*;
2. Lietuvos higienos norma *HN 60:2004 „Pavojingų cheminių medžiagų didžiausios leidžiamos koncentracijos dirvožemyje“*.

Nors dumblo panaudojimo reikalavimai yra sugriežtėję, 2006 metais parengtoje galimybių sudijoje „Investicinė programa dumblo tvarkymui Lietuvoje“ daugiausiai dėmesio skiriama dumblo kiekių mažinimui ir

alternatyvų paieškoms. Galimybių studijoje nuotekų dumblas įvardijamas ne kaip atlieka, o kaip produktas, kuris naudojamas žemės ūkyje.

Žemės ūkyje naudojamo dumblo teisinė bazė suformuota atlikus narūrinis bandymus. Lietuvoje buvo ištirtas 20-ies miestų nuotekų dumblas, įvertintas skirtingų kategorijų dumblas, jo toksiškumas dirvožemio ekologiniams procesams (Vaisiūnaitė 2011).

Šiuo metu galiojantis yra 2005 metais priimtas naujas su pataisymais normatyvinis dokumentas *LAND 20 – 2005 dėl nuotekų dumblo naudojimo tręšimui bei rekultivavimui*, kuriame pateikti pakeitimai dėl dumblo kiekio normų, naudotinių karjerams ir pažeistoms teritorijoms rekultivuoti. Pagal šį normatyvinį dokumentą jokios kategorijos ar klasės dumblo negalima naudoti auginamoms daržovėms tręšti. Dumblu leidžiama tręšti žemės plotus tik iki tokio momento, kada daržovės bus pasėtos (Investicinė programa dumblo tvarkymui Lietuvoje 2006).

1.3.2 Europos Sąjungos dumblo tvarkymo teisinis reguliavimas

Europos Sąjungoje, dumblo tvarkymas išlieka sudėtingas ir atviras klausimas. EK pritaria, kad kai kuriose valstybėse narėse, teisės aktai yra fragmentiški ir seni, o skelbiami duomenys apie dumblo šalinimą ir apdorojimą dažniai yra neišsamūs. Griežtesni teisės aktai, lyginant su Europos Sąjungos direktyva *86/278/EEB dėl aplinkos, ypač dirvožemio, apsaugos naudojant žemės ūkyje nuotekų dumblą*, buvo priimti keliose Europos šalyse, tokiose kaip Vokietija, Prancūzija ir Jungtinė Karalystė, nustatant mažesnes sunkiųjų metalų ir organinių teršalų ribines vertes.

Įvairios dumblo apdorojimo technologijos, tokios kaip džiovinimas ar sausinimas yra naudojamos daugelyje ES šalių. Įvertinus šalių praktiką, anaerobinis ir aerobinis skaidymas yra populiariausi stabilizavimo metodai. Pirmasis taikomas net 24 šalyse, o antrasis 20-je. Mechaninis dumblo nusausinimas įvardijamas tinkamesniu prieš džiovinimo metodą. Terminis džiovinimas daugiausia taikomas *ES-15* šalyse (senosiose valstybėse narėse) ir ypač Vokietijoje, Italijoje, Prancūzijoje ir Jungtinėje Karalystėje.

Vienas iš galutinio dumblo pašalinimo *ES-15* narėse metodų yra pakartotinis dumblo panaudojimas, įskaitant dumblo naudojimą žemės ūkiui ir kompostavimui. Visa tai sudaro 53 % nuo viso susidarančio dumblo kiekio. Kiek mažiau 21% tvarkomi dumblą deginant. Populiariausias šalinimo metodas *ES-12* šalyse, kurios įstojo į ES po 2004 metų, sąvartyne. Dėl papildytos *Direktyvos 91/271 / EB* punktų, kuriuose yra laikinai padidinti dumblo kiekiai, tikimasi, kad per šį laikotarpį *ES-12* šalys sau nusistatys įgyvendinamus įsipareigojimus.

Palyginus įvairių šalių praktiką, matomos pagrindinės dumblo šalinimo tendencijos:

1. Įterpimas į dirvą;
2. Saugojimas dumblo aikštelėse.

Pažangių dumblo apdorojimo technologijų įdiegimas įvardijamas, kaip vienas iš pagrindinių 2020 metų dumblo tvarkymo praktikos stiprinimo prioritetų.

ES sutartyse nustatytų tikslų siekiama kelių rūšių teisės aktais. Vieni yra teisiškai privalomi, kiti – ne. Vieni iš jų taikomi visoms ES valstybėms narėms, kiti – tik kelioms.

Europos Tarybos *direktyva (86/278/EEC) dėl nuotekų dumblo panaudojimo žemės ūkyje* yra pagrindinis ES teisės aktas, reglamentuojantis dumblo panaudojimą. Direktyvoje visų pirma nustatomos SM ribinės vertės dirvožemyje ir dumble, kurias viršijus nuotekų dumblą griežtai draudžiama naudoti. Taip pat dumblo valymo būdai, dumblo naudojimo žemės ūkyje sąlygos, dirvožemio ir dumblo mėginių ėmimas tyrimams, dokumentacijos, susijusios su nuotekų susidarymu ir jų naudojimu žemės ūkyje, tvarkymas.

Dumblas turi būti tiriamas bent kartą per šešis mėnesius. Jei keičiasi valomų nuotekų savybės, tyrimus būtina atlikti dažniau. Jei per vienerius metus tyrimų duomenys smarkiau nekinta, dumblą būtina tirti bent kartą per 12 mėnesių.

Laikantis dumblo tvarkymo nuostatoms turi būti tiriami tokie parametrai:

- Sausosios medžiagos,
- Organinės medžiagos (organinė anglis);
- pH;
- Azotas ir fosforas;
- Sunkieji metalai - kadmis, varis, nikelis, švinas, cinkas, gyvsidabris, chromas.

Sunkiųjų metalų ribinės vertės (žr. 1 priede).

1.3.3 Nuotekų dumblo apdorojimo būdai

Nuotekų dumblo apdorojimo būdų yra įvairiausių, todėl kiekviena ES šalis nusprendžia, kokie dumblo apdorojimo ir panaudojimo būdai labiausiai tinkami. Pagrindinis tikslas yra tam tikrais apdorojimo procesais paveikti dumblą taip, kad jis galėtų būti saugiai utilizuojamas arba tvarkomas pačiu geriausiu prieinamu būdu, siekiant taip pat ekonominės naudos. Galima išskirti pagrindinius dumblo tvarkymo būdus:

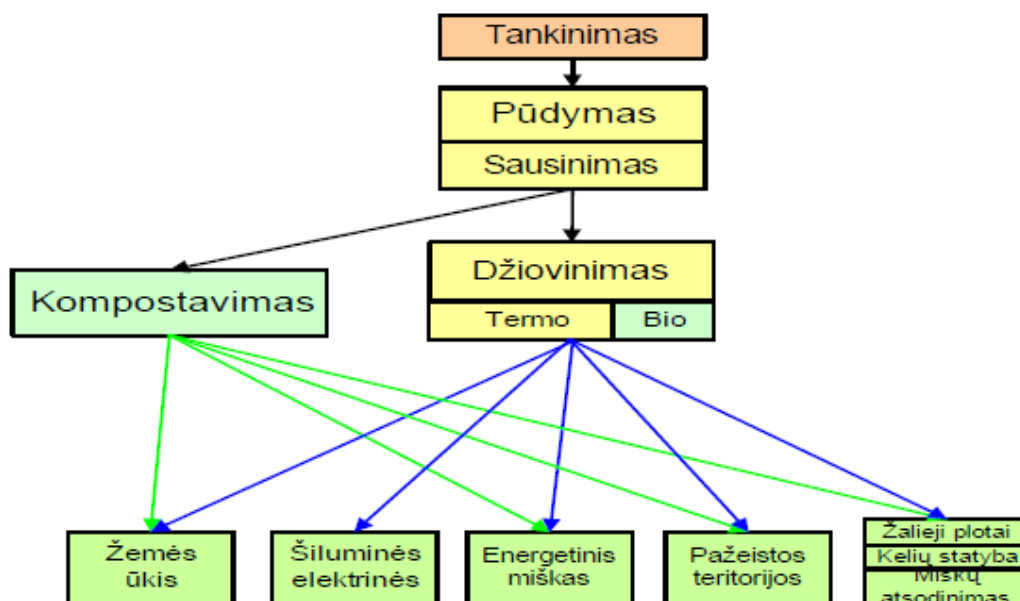
1. Dumblas tvarkomas siekiant išgauti energiją ir išsaugoti maistines medžiagas;
2. Dumblo tvarkymas be energijos išgavimo ir maistinių medžiagų išsaugojimo;
3. Dumblo deginimas.

Kadangi kiekvienoje ES šalyje dumblo kiekiai skirtingi svarbu žinoti, kaip ateityje gali keistis dumblo kiekiai. Gerosios praktikos vadove pateikiama dumblo kitimo prognozė iki 2020 metų Europos šalyse, įskaitant Rusiją ir Baltarusiją. Lentelėje (žr. 2 lentelė) matyti, kad bendroje perspektyvoje dumblo kiekiai didės, kas lems didesnius dumblo apdorojimo kiekius ir kaštus.

2 lentelė. Esami ir prognozuojami dumblo kiekiai (SM/m) , Baltijos jūros regiono šalyse (Good practice 2013).

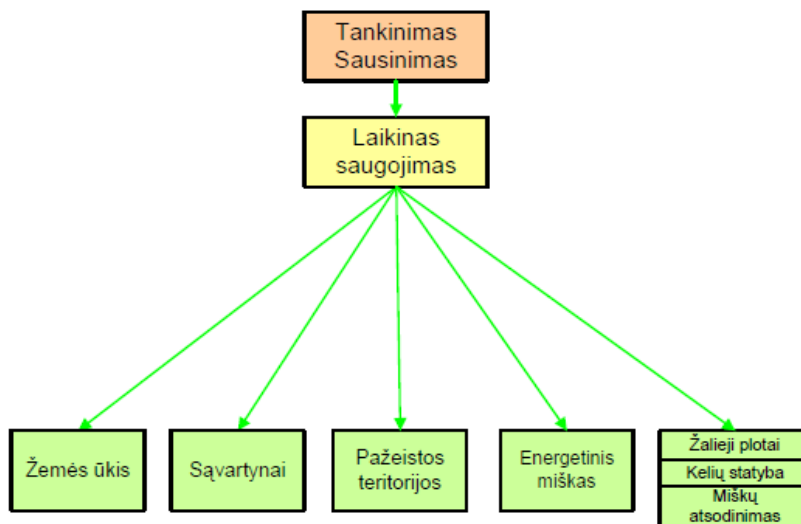
Šalis	2005/2006	2010	2020
Baltarusija	50 000	50 000	70 000
Danija	140 021	140 000	140 000
Estija	-	33 000	33 000
Suomija	147 000	155 000	155 000
Vokietija	2059 351	2000 000	2000 000
Latvija	23 942	25 000	50 000
Lietuva	71 252	80 000	80 000
Lenkija	523 674	520 000	950 000
Rusija	180 000	180 000	200 000
Švedija	210 000	250 000	250 000
Viso	3405 240	3433 000	3928 000

Pirmasis tvarkymo anaerobinio pūdymo būdas šiuo metu yra vienas populiariausių Lietuvoje, dėl savo galimybės išsaugoti dumblo energetinį ir maistinį potencialą. Europos politika skatina dumblo kompostavimą, kas leidžia ES šalims pasiekti sau išsikeltus įsipareigojimus. Šis tvarkymo būdas schematiškai pavaizduotas (9 pav).



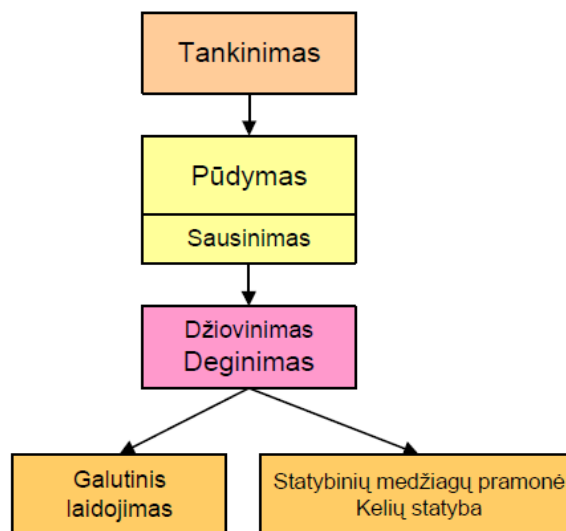
9 paveikslas. Dumblo apdorojimo būdas, kompostuojant (Investicinė programa 2006)

Sekantis dumblo tvarkymo būdas –saugojant aikšteleje. Naudojamas aglomeracijose, kuriose gyvena iki 10 000 tūkstančių žmonių. Toks tvarkymo būdas aplinkosauginiu ir ekonominiu aspektu nėra patrauklus. Šiuo būdu iš dumblo nėra atkuriamą energija ir nenaudojamos jokios apdorojimo technologijos. Dumblo tvarkymo būdas pavaizduotas (10 pav).



10 paveikslas. Dumblo apdorojimo būdas, įterpiant dumblą į dirvožemį (Investicinė programa 2006)

Paskutinis dumblo apdorojimo būdas kitaip dar įvardijamas kaip dumblo džiovinimas ir deginimas. Lietuvoje šis būdas nėra pats populiariausias, dėl ES politikos, kuri kelia didelius reikalavimus teršalų išmetimui ir kontrolei deginimo procesuose. Tai pat, tai reikalauja didelių investicijų, o įdiegimo technologija yra pakankamai sudėtinga. Apdorojimo metodas yra pavaizduotas (11 pav.) (Investicinė programa 2006).



11 paveikslas. Dumblo apdorojimo būdas, džiovinant ir deginant (Investicinė programa 2006)

3 lentelė. Nuotekų dumblo anaerobinio pūdymo, uždaro ir atviro kompostavimo charakteristikos (Budrys 2007).

Nuotekų dumblo tvarkymo parametrai	Uždaras kompostavimas	Atviras kompostavimas	Anaerobinis pūdymas
Energija	Naudojama	Naudojama	Naudojama ir gaminama
Higiena	Geros ir su maisto atliekomis	Geros tik be maisto atliekų	Geros ir su maisto atliekomis
Emisijos	CO ₂	CH ₄ ir CO ₂	CH ₄
Darbo krūvis	Mažas	Vidutinis	Mažas
Kvapai	Mažai	Vidutiniškai	Mažai
Plotas	Nedidelis	Didelis	Nedidelis
Produktas	Trąša	Trąša	Trąša, elektra, šiluma

1.3.4 Nuotekų dumblo apdorojimo technologijų analizė

Kai nuotekų dumblas perduodamas į cheminio apdorojimo aikštelę, geriausia priemonai gamybos būdui (GPGB) parinkti, reikalingas iš toliau išvardintų vienos arba daugiau priemonių pasirinkimas:

- Pirminės operacijos;
- Dumblo tirštinimo operacijos;
- Dumblo stabilizavimas;
- Dumblo kondicionavimas;
- Dumblo sausinimo technologijos;
- Džiovinimo operacijos;
- Terminis dumblo oksidavimas;
- Dumblo supylimas aikštelėje.

Visame pasaulyje dumbliui apdoroti naudojami keli utilizavimo metodai. Vieni iš pagrindinių tvarkymo būdų yra dumblo sumaišymas su kitomis organinėmis atliekomis dirvoms tręšti, komposto gamybai, sandėliavimas

sąvartynuose, deginimas ir kiti alternatyvūs sprendimai. Susidariusį dumblą galima išskirstyti pagal apdorojimo lygį į apdorotą ir neapdorotą. Apdorotu dumbliu laikome pūdytą, sausintą ir ilgai išlaikytą saugojimo aikštelėse dumblą. Neapdorotas dumblas atsiranda pirminiuose sėdintuvuose, nuosėdų pavidalu (Sruogys 2000).

Reikia paminėti, kad nuotekų dumblyje likusį energijos kiekį, rekomenduojama panaudoti kaip kurą. Dauguma metodų, taikomų energijai išgauti, leidžia žymiai sumažinti dumblo tūrį, todėl šie metodai padeda išspesti dumblo utilizavimo problemas.

Galima išskirti šias nuotekų dumblo apdorojimo technologijas:

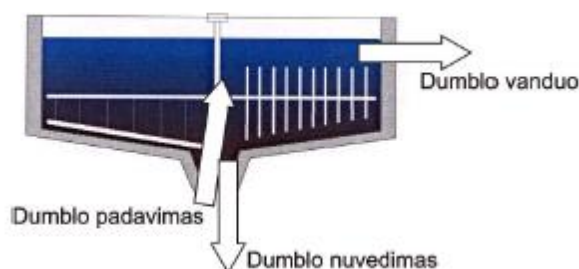
Tankinimas

Dumblo tankinimo tikslas yra kiek galima daugiau sumažinti susidarančio dumblo tūrį, kad kituose dumblo apdorojimo etapuose jo liktų kuo mažiau. Šiuo metu Europoje populiariausi yra trys dumblo tankinimo būdai:

- Gravitacinis;
- Mechaninis;
- Flotacinis.

Gravitacinis tankinimas

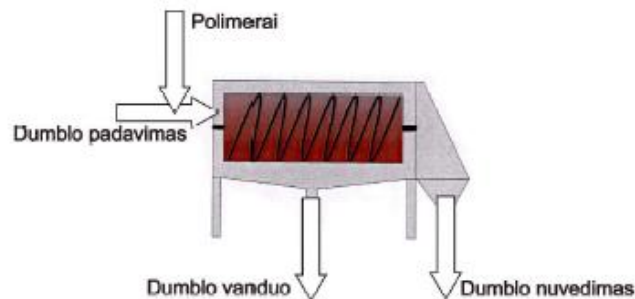
Gravitacinis tankinimas yra vienas iš dažniausiai ir anksčiausiai Lietuvoje naudojamų tankinimo būdų. Šiuo metodu dumblas patenka į centrinę tankintuvo dalį, kur veikiamas gravitacijos jėgų skaidrėja. Per persipylimo bortus skaidrus dumblo vanduo surenkamas ir nukreipiamas į valyklos pradžių. Tankintuve esantis dumblo grandiklis sukdamasis ratu nustumia dumblą į centre esančią prieduobę, iš kurios susidaręs dumblas siurblių pagalba tiekiamas į tolimesnius apdorojimo etapus. Svarbu paminėti, kad renovuojamose dumblo valyklose įprastinis dumblo grandiklis, keičiamas kiek efektyvesniu grandikliu turinčiu virš savęs pritvirtintas groteles. Jų pagalba užtikrinamas geresnis tankinimo efektas, nes iš lėtai maišomo dumblo pasišalina susikaupę dujų burbuliukai. Gravitacinis tankinimas taikomas tiek pirminiam, tiek pertekliniam dumbliui.



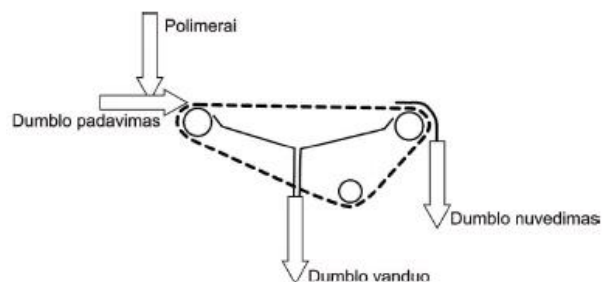
12 paveikslas. Gravitacinio tankinimo veikimo schema (Investicinė programa 2006)

Mechaninis tankinimas

Toks tankinimo variantas įgijo prasmę pradėjus iš nuotekų šalinti azotą ir fosforą. Dumblo tankinimui pradėti naudoti juostiniai ir būgniniai tankintuvai. Mechaninio dumblo tankinimo esmė yra pašalinti dumble esantį vandenį, filtruojant jį per tankų audinį. Susidarę dribsniai yra sulaikomi ant audinio paviršiaus, o techninis vanduo grąžinamas į nuotekų valyklos pradžių. Geriems rezultatams pasiekti prieš dumblo tankinimą įterpiamas polimerų tirpalas, kuris pagerina dumblo sukibimą.



13 paveikslas. Būgninio tankintuvo veikimo schema (Investicinė programa 2006)



14 paveikslas. Juostinio tankintuvo veikimo schema (Investicinė programa 2006)

Stabilizacija

Anaerobinis pūdymas tai procesas, kurio metu išsiskaidžiusios organinės dalelės konvertuojasi į biogujas. Tai yra į metano ir anglies dioksido mišinį. Skaidymą atlieka anaerobiniai mikroorganizmai esant 35 C⁰ temperatūrai. Mezofiliniam procesui reikalinga didesnė 55 C⁰ temperatūra.

Sausinimas

Šiuo mechaninio sausinimo būdu iš skystos dumblo fazės atskiriant vandenį gaunama tiršta dumblo konsistencija. Dažniausiai dumble esantis vanduo pašalinamas mechaniniu būdu, tokiu kaip masės spaudimas. Labiausiai Lietuvoje paplitę yra juostiniai ir sraigtiniai dumblo sausinimo įrenginiai.

Sausinimas centrifugomis

Centrifugomis sausinamas dumblas veikiamas išcentrinių jėgų. Tokiu principu dumblas ir vanduo dėl savo skirtingo svorio išsiskluskina į du atskirus sluoksnius. Veikiamas greitai besisukančių centrifugų dumblas pašalinamas per dumblo nuvedimo galą, o vanduo per kitoje pusėje esantį išleidimo galą.

Sausinimas juostiniu presu

Šiuo sausinimo būdu dumblas spaudžiamas per du iš viršaus ir apačios veikiančius filtruojančius audinius. Paveiktas spaudimo jėgos sukrenta į preso gale esantį piltuvą, kurio pagalba dumblas patenka į sunkvežimio priekabą. Tinkamai veikiantis juostinis presas gali pasiekti iki 25 % dumblo sausinimo našumą.

Sausinimas kameriniu presu

Lietuvoje netoks populiarus sausinimo metodas, kurio principu dumblas paduodamas į atskiras preso sekcijas ir ten veikiant dvejoms skirtingoms kasečių plokštelėms presuojamas. Įrenginyje esančioms 24 kasetėms prisipildžius dumblu, atliekamas mechaninis spaudimas veikiant hidraulinei pavarai. Toks presavimas leidžia pasiekti iki 30 % dumblo sausumo.

Sausinimas sraigtinu presu

Dumblas sumaišytas su polimerų tirpalu tiekiamas į tam tikru kampu pasvirusį cilindrą. Dumblo masė iš cilindro apačios sraigtų pagalba kyla į viršų, o susidaręs vanduo per vidines cilindro sienelės filtruojančio audinio pagalba nukreipiamas į valyklos pradžią.

Sausinimas naudojant dumblo aikštelę

Nedidelio našumo nuotekų valyklose paplitęs dumblo sausinimo būdas, kurio metu dumblas išpilamas į dumblui skirtą aikštelę. Įrengta nelaidi danga ir žvyro sluoksnis, kaip drenažas leidžia pasišalinti dumblo vandeniui. Likęs dumblas džiūsta veikiamas atmosferos sąlygų. Ši technologija leidžia dumblui pasiekti iki 50 % sausumą.

Nukenksminimas

Svarbus technologinis procesas, kurio metu siekiama sumažinti dumble esančių patogeninių bakterijų kiekį iki leidžiamų ribinių verčių (RV) dydžio. Norint pasiekti greitą nukenksminimo laiką, naudojamos pagrinde dvi nukenksminimo technologijos. Tai terminis apdorojimas arba maišymas su kalkėmis. Terminiu apdorojimu dumblas išlaikomas tam tikrą laiko tarpą, veikiamas atitinkamos temperatūros. Maišant su negesintomis kalkėmis sukuriama nepalanki aplinka mikroorganizmams veistis. Nukenksminimas priklauso nuo kalkių kiekio ir reakcijos trukmės.

Džiovinimas

Daug energijos reikalaujantis procesas, kuriuo siekiama terminiu procesu iš dumblo pašalinti esantį vandenį arba padidinti dumblo sausos medžiagos dalį. Dumblas gali būti džiovinamas tiesioginiu ir netiesioginiu metodu. Pirmasis yra paprastas ir efektyvus. Dumblas maišomas su dujomis, o išdžiovintas atskiriamas nuo sudegusių garų ir dujų mišinio. Netiesioginiu metodu dumblas liečiasi su šilumos nešėjo paviršiumi ir taip yra džiovinamas.

Deginimas

Finansiškai patrauklus technologinis sprendimas, leidžiantis dumblą deginti su kitomis atliekomis, taip sumažinant dumblo kiekį. Dažniausiai dumblas deginamas iškart po sausinimo, veikiant 900 C⁰ temperatūra (Investicinė programa 2006).

Kompostavimas su organinėmis medžiagomis

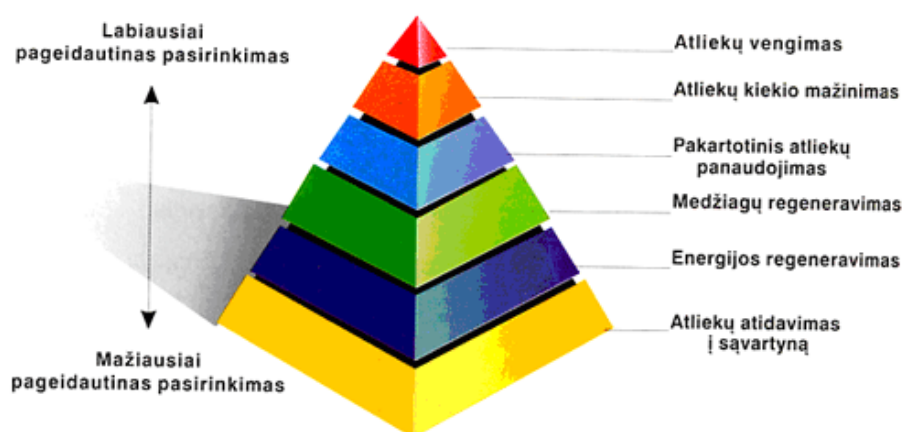
Kompostavimo metodu dumblas sumaišomas su organinėmis atliekomis. Pagrindiniu tikslu galime laikyti nusausinto dumblo stabilizavimą, struktūros pagerinimą ir dumblo kiekio pašalinimą. Maišyti reikėtų su skiedromis, šiaudais ir daržo atliekomis santykiu 1:1. Nuotekų dumblas tręšimui naudojamas beveik visose ES šalyse.

Daugiau negu 50 % žemės ūkyje susidariusio nuotekų dumblo naudojančios šalys yra: Belgija, Danija, Ispanija, Prancūzija, Airija, Jungtinė Karalystė, Olandija ir Vengrija. Kitos šalys: Suomija, Švedija ir Slovėnija, - ant dirvožemio paskleidžiančios mažiau nei 17 % susidariusio dumblo. Graikija, Nyderlandai, Belgija, Slovakija ir Čekija - dumblo žemės ūkyje naudoja labai mažai (Vaisiūnaitė 2011).

1.3.5 Dumblo tvarkymo prioritetai

Plečiant miestuose ir kitose urbanizuotose teritorijose susidarančių nuotekų surinkimo sistemas ir didinant nuotekų valymo efektyvumą, nuotekų valymo metu susidarančio dumblo palaipsniui daugėja. Lietuvoje 2011 m. susidarė virš 51307 t nuotekų dumblo (2009 m. – nepilnai 49261 t). 2011 m. vienam Lietuvos gyventojui teko beveik 17 kg nuotekų dumblo, kai tuo tarpu 2009 m. – apie 15 kg sausomis medžiagomis (Baltrėnas 2008).

Dumblo tvarkymui yra iškelti ambicingi tikslai, kuriais norima pasiekti, kad dumblo kiekiai ir tvarkymo kaštai mažėtų. Valstybės, o kartu ir nacionalinės strategijos bendras tikslas yra sukurti atliekų tvarkymo sistemą, kuri ekonominiu ir aplinkosauginiu aspektu būtų priimtinausia. Sistema turėtų tenkinti keletą reikalavimų, tokių kaip sumažinti atliekų srautai, mažėjantis poveikis aplinkai ir žmonių sveikatai, racionalus atliekų panaudojimas jas perdirbant.



15 paveikslas. Atliekų tvarkymo hierarchija (Atliekų tvarkymas 2013)

Visa ES atliekų politika remiasi atliekų tvarkymo hierarchijos piramide. Tai reiškia, kad priimtinausia yra vengti atliekų susidarymo, o atliekų perdirbimas turi būti naudojamas tik tada, kai nėra įmanoma išvengti atliekų susidarymo. Sąvartynai yra blogiausias dumblo šalinimo variantas, nes prarandami išteklių ir teršiama gamta. Analizuojamoje literatūroje teigiama, kad norint tapti atliekų vengimą ir perdirbimą vystančia šalimi, būtina remtis atliekų tvarkymo hierarchijos pakopomis (Atliekų tvarkymo planas 2009).

1.3.6 Būvio ciklo vertinimas

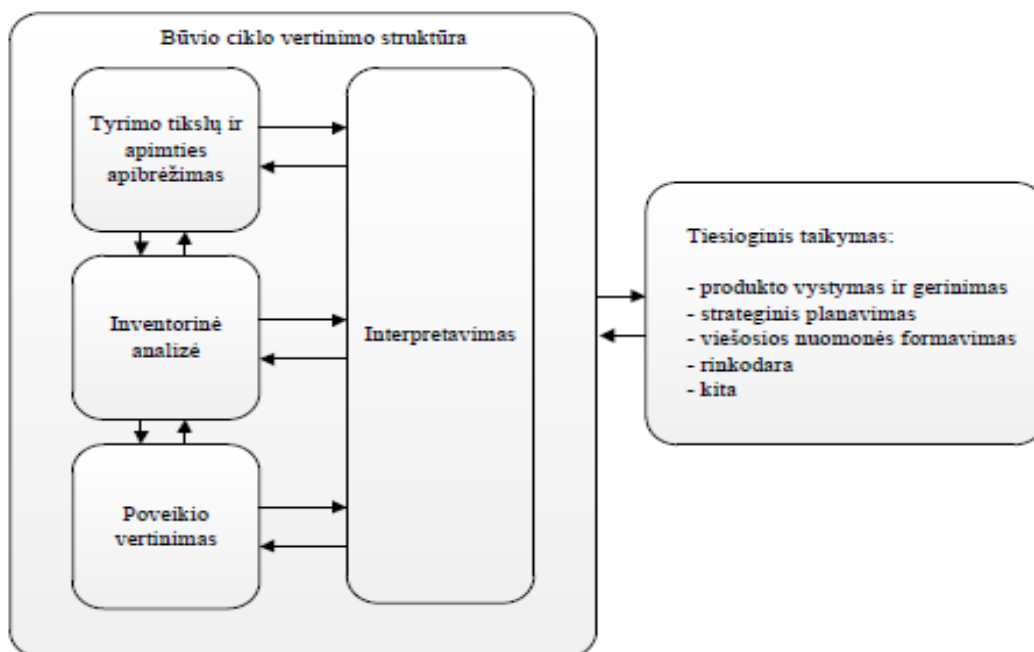
Būvio ciklo vertinimas yra vienas iš aplinkos vadybos metodų, taikomų su gaminiais ar paslaugomis susijusių aplinkos aspektų ir potencialių poveikių identifikavimui ir įvertinimui. Būvio ciklo vertinimas nuotekų valykloms jau buvo taikomas nuo devinto dešimtmečio.

Pagal Clawford(Klafordo) (2011) metodika, poveikis aplinkai ir valymo procesai yra lyginami su įėjimų ir išėjimų srautais. Įėjimai paprastai apima žaliavas ir energiją, o išėjimai gali skirtis. Pavyzdžiui: atsirandantys teršalų išmetimai į orą, vandenį, kietosios dalelės(KD) ir kiti šalutiniai produktai. Pagrindiniais įėjimais galime laikyti nuotekas, elektros energiją, chemines medžiagas (flokuliantus). Priešingai išėjimai apima vandens, dumblo ir kitų cheminių medžiagų kiekius.



16 paveikslas. Žaliavų apdirbimo, pakavimo, transportavimo, vartojimo ir šalinimo ciklas (Khalil 2015)

Pagal ISO 14040 standartą, būvio ciklo vertinimą sudaro keturi tarpusavyje susiję etapai (17 pav.): 1. tyrimo tikslų ir apimties apibrėžimas; 2. inventorinė analizė; 3. poveikio vertinimas; 4. rezultatų interpretavimas.



17 paveikslas. Būvio ciklo vertinimo struktūra (Baltrėnas 2008)

Tyrimo tikslų ir apimties apibrėžimų etape siekiama suformuoti tikslus ir iš jo kylančius klausimus. Inventorinės analizės vertinime stengiamasi išsiaiškinti gaminio funkcijos ir procesų struktūrą bei tarpusavio ryšį. Paskutiniuoju poveikiu įvertinimo etapu bandoma apjungti ir įvertinti inventorinės analizės rezultatus. Atlikus interpretavimą galima gauti įvairius rezultatų ir analizės variantus. Be to, poveikio aplinkai vertinimui naudojamos programinės įrangos (18 pav.) jau turi duomenų bazes, kurioms nereikalauja skirti daug laiko duomenų analizei atlikti. Būvio ciklo vertinimas pasitarnauja formuojant visuomenės požiūrį ir nustatant kriterijus skirtus produktų ženklavimui ir sertifikavimui (Varžinskas 2006).



18 paveikslas. Programos skirtos būvio ciklo vertinimui (Programinės įrangos 2012)

1.3.7 Dumblo tvarkyme atsirandantys sunkumai

Įvertinus literatūros analizėje atliktus tyrimus matoma, kad dumblo tvarkymo metu atsiranda įvairiausių trūkumų, tokių kaip nepakankamas nuotekų išvalymo laipsnis, kvapai, įrangos našumas, kuriuos reikia pašalinti.

Ville Nyssönen savo atliktame tyrime teigia, kad dumblo deginimas nėra aplinkai draugiškas ir švarus aplinkai šalinimo metodas, todėl jei dumblas atitinka keliamus reikalavimus, nėra užterštas pavojingomis cheminėmis medžiagomis, dumblą siūloma naudoti kaip trąšą laukams (Nyssonen 2015).

Mokslininkų grupė sudaryta iš Lili Qian, Shuzhong Wang, Donghai Xu, Yang Guo, Xingying Tang, Laisheng Wang teigia, kad didėjančios nuotekų valymo įrenginių statybos ir griežtėjanti dumblo šalinimo politika savivaldybėse tapo rimta problema. Pasak mokslininkų, nuotekose susidarančio dumblo valymas taikant „superkritinio“ vandens metodą galima būtų išvengti dumblo džiovavimo procedūros ir antrinės taršos, kuri susidaro įprastiniais metodais (Qian ir kt 2016).

Lenkų mokslininkai Agnieszka Kijo-Kleczkowska, Katarzyna S, Monika Kosowska-Golachowska, Tomasz Musiał, Krzysztof Wolski tyrime nustatė, kad dumblui uždegti reikalinga aukštesnė temperatūra, lyginant su anglimi ir biomase. Visa tai, pasak mokslininkų, reikalauja intensyvesnio degimo proceso ir nemažo techninių sprendimų pritaikymo (Kleczkowska ir kt 2016).

Indų mokslininkai T. Ahmad, K. Ahmad ir M. Alam tyrinėjo skirtingų nuotekų valymo įrenginių etapus. Atlikus tyrimus buvo nustatyta, kad skirtinguose etapuose keičiasi nuotekų ir dumblo fizinės ir cheminės charakteristikos, kurioms reikia pritaikyti skirtingus technologinius procesus (Ahmad ir kt 2016).

Vokiečių mokslininkai M. R. Ghazy, T. Dockhorn ir N. Dichtl tyrinėjo būvio ciklo vertinimo modelį, siekdami išsiaiškinti aplinkos kritinius taškus ir suteikti mokslinę ir techninę pagalbą atsakingoms institucijoms dumblo tvarkymo optimizavimo klausimu. Tyrime įrodyta, kad anaerobinis proceso taikymas su energijos atgavimu yra perspektyvus variantas nuotekų dumblo stabilizavimui (Ghazy ir kt 2011).

Lietuvoje taip pat buvo atlikti nuotekų apdorojimo ir panaudojimo galimybių tyrimai. Didelį indelį šioje srityje atliko Lietuvos mokslininkai, Baranauskaitė A., Makarskienė K., Kliopova I., kurie ištyrė, kaip ekonominiu ir aplinkosauginiu požiūriu panaudoti nuotekų valyklose susidariusį dumblą, kurio energetinio potencialo panaudojimas turi didelę įtaką klimato kaitai (Kliopova ir kt 2013).

1.4 Literatūros duomenų apibendrinimas

Atlikus literatūros duomenų ir nuotekų dumblo susidarymo bei tvarkymo analizę nustatyta, kad nuotekų dumblo apdorojimo galimybių ir poveikio aplinkai vertinimas yra aktuali sritis. Pasiiekti tvariai ir atsakingai nuotekų tvarkymo politikai turėtų būti skiriamas ypač didelis dėmesys, leidžiantis sumažinti atliekų susidarymo ir šalinimo neigiamą poveikį aplinkai, žmonių sveikatai ir tuo pačiu užtikrinantis gamtinių išteklių apsaugą. Pasiiekti tikslus apsunkina atliekų tvarkymo skirtumai ES šalyse, nepakankamas duomenų ir statistikos kaupimas, mažiausią pažangą padariusių valstybių ir regiono valdžios institucijų pastangos vystyti atliekų tvarkymo infrastruktūrą, taikyti gerosios praktikos metodus (Atliekų tvarkymo tikslų peržiūra 2013).

Svarbiausi teisiniai aktai reglamentuojantys aplinkos apsaugos ir atliekų problemas Lietuvoje yra LR Aplinkos apsaugos įstatymas 21/01/1992 ir LR atliekų tvarkymo įstatymas 16/06/1998. Nemažiau svarbios Higienos normos HN 60:2004, nustatančios pavojingų cheminių medžiagų didžiausias leidžiamas koncentracijas dirvožemyje ir kurios tiesiogiai ar netiesiogiai (per augalus, orą ar vandenį) nekenkia žmogaus organizmui. Dumblo tvarkymą reglamentuoja aplinkos apsaugos normatyvinis dokumentas *LAND 20-2005*, kurio tikslas reguliuoti nuotekų dumblo naudojimą žemės ūkyje.

Nuotekų dumblo naudojimo reguliavimas žemės ūkyje teisės aktuose išskiriamas, kaip labai svarbus veiksnys. Dumblas, naudojamas energetiniams augalams ir pažeistų teritorijų rekultivavimui, neturi sukelti neigiamo poveikio gyvūnų ir žmogaus organizmams. Šie reikalavimai taikomi buitinių ir pramonės nuotekų dumbliui.

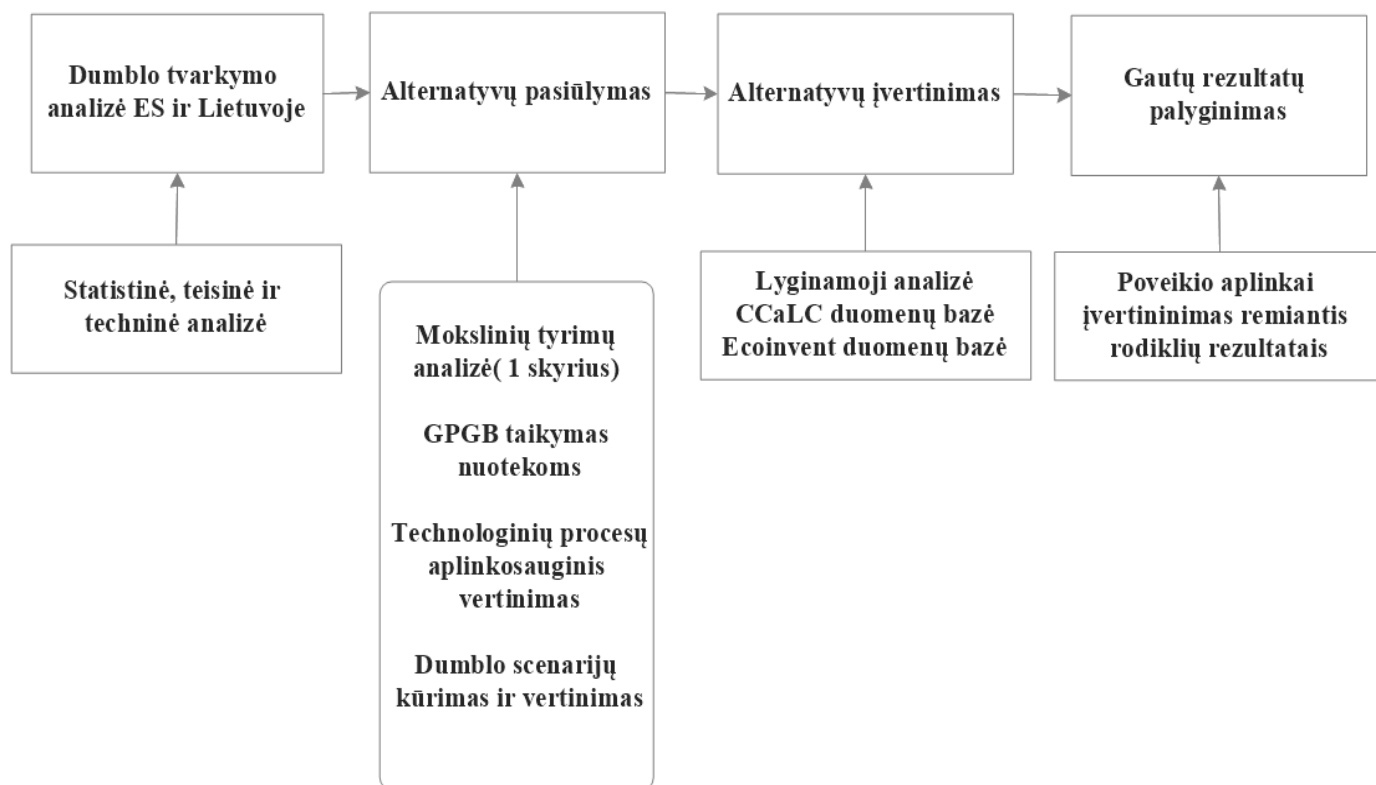
Analizuojamoje literatūroje pateikiama didelę reikšmę turintis tinkamas elgimasis su dumbliu, siekiant biologiškai, chemiškai ar termiškai paveikti, sumažinant jo pavojų fermentuoti ir kelti pavojų sveikatai. Tai numatant, sunkiųjų metalų koncentracijos ribinės vertės žymiai sumažėja. Pateikiami dviejų ribinės vertės matavimų vertės. Tai sunkiųjų metalų koncentracija dirvožemyje ir didžiausios leistinos koncentracijų vertės smėlio, priesmėlio ir molio dirvožemiuose.

Teisės aktuose pirmą kartą taikant dumblą ūkio paskirčiai, kaip ir kituose dumblo apdorojimo būduose turi būti analizuojami ir nustatyti jo kokybės rodikliai: sunkiųjų metalų koncentracija, tekstūra, pH lygis.

ES šalys pagal savo galimybes išsikelia tikslus, kaip mažinti dumblo kiekius. Nuotekų dumblo šalinimas ir deginimas LR reglamentuojamas kartu su kitomis atliekomis. Todėl bandoma ieškoti, kaip dumblo panaudojimo galimybės derės su LR nacionalinio strateginio atliekų tvarkymo plane nustatytais tikslais.

Pagrindinis tikslas nuotekų valymo procese yra susidariusio dumblo pakartotinis panaudojimas. Pasitelkus dumblo panaudojimo galimybių analizę, bet kurioje pasaulio šalyje galima rasti mažiausiai aplinkai rizikingą tvarkymo būdą. Būvio ciklo požiūriu taikymas skirtingiems nuotekų dumblo tvarkymo metodams, padeda atrasti veiksmingiausią, tiek aplinkosauginiu požiūriu naudingiausią nuotekų apdorojimo variantą.

2.TYRIMŲ METODIKA



19 paveikslas. Nuotekų dumblo sprendimų priėmimo metodika

Teorinėje dumblo tvarkymo analizės dalyje buvo atlikta teorinės literatūros apžvalga nuotekų tvarkymo srityse. Susistemintai informacijai buvo naudojami užsienio ir Lietuvos autorių straipsniai, teisiniai dokumentai, ataskaitos, studijos.

Alternatyvų etape buvo atliktas teorinės analizės, GPGB pasiūlymų, technologinių procesų aplinkosauginis įvertinimas ir parinkti tinkamiausi dumblo tvarkymo scenarijai tolimesniems etapams.

Trečiame etape buvo išnagrinėtos nuotekų dumblo apdorojimo alternatyvos, naudojant CCaLC ir Ecoinvent duomenų bases, atlikta aplinkosauginė procesų analizė, GPGB analizė, sudarytas įmonės medžiagų ir energijos balansas.

Ketvirtame etape buvo apibendrinti tyrimo rezultatai ir parinkti mažiausią poveikį aplinkai ir žmogui darantys dumblo tvarkymo sistemos modeliai.

2.1 Medžiagų ir energijos balansas

Medžiagų ir energijos balansas yra reikalingas kiekybiškai ir kokybiškai įvertinti įrenginyje arba atskiruose procesuose sunaudotų žaliavų, papildomų medžiagų ir energijos srautus. Atliekant aplinkos vadybos sistemos vertinimą, galima nustatyti viso įrenginio arba atskiro proceso žaliavų ir energijos išteklius bei poveikį aplinkai (orui, vandeniui, dirvožemiui). Įmonės srautams nustatyti ir įvardinti naudojama UAB „Jurbarko vandenys“ biologinio nuotekų valymo įrenginių technologinė schema (Kliopova 2011).

2.2 Geriausių prieinamų gamybos būdų (GPGB) taikymas dumblo apdorojime

GPGB siekiama iki minimumo sumažinti įrenginių poveikį aplinkai, planuojant trumpalaikius, vidutinės trukmės ir ilgalaikius veiksmus ir investicijas, kad būtų galima nuolat gerinti situaciją, atsižvelgiant į sąnaudų ir naudingumo santykį bei poveikį įvairioms aplinkos terpėms (GPGB atliekų apdorojimui 2007).

GPGB dumblo apdorojimo taikyme taip pat svarbu:

- Koncentruoti dumblą;
- Stabilizuoti dumblą;
- Kiek įmanoma panaudoti chemijos produktų gamybos procesų metu susidariusią energiją termiškai apdorojant dumblą, pvz., džiovinimui;
- Tinkamai panaudoti dujines atliekas, jei dumblas yra deginamas.

Atliekų sumažinimui skirti veiksmai:

- nuolatinis atliekų susidarymo prevencijos galimybių nustatymas ir įgyvendinimas;
- visų lygių personalo aktyvus dalyvavimas ir įsipareigojimas;

Svarbu paminėti, kad ieškant GPGB būtina priimti atitinkamus nuotekų valdymo sprendimus, įvertinti padarinius vandens telkiniui į kurį išleidžiamos nuotekos ir išnaudoti visas praktinės galimybės dumblo kiekio mažinimui (Nuotekų ir dujų valymas 2012).

2.3 Įmonės technologinių procesų aplinkosauginis vertinimas

Dumblo apdorojimo procesų įgyvendinimo aplinkosauginiam vertinimui buvo taikyti efektyvumo, tinkamumo, suderinamumo, poveikio aplinkai ir rezultatyvumo kriterijai. Vertinimo metodika apėmė tarpusavyje suderintus kiekybinius ir kokybinius tyrimo metodus: pirminių ir antrinių informacijos šaltinių analizę, taikant būvio ciklo požiūrį poveikio aplinkai vertinimą, pasitelkiant CCaLC skaičiavimo metodiką. Vertinimo pradžioje buvo ieškomi su nuotekų dumblo susiję pirminiai ir antriniai informacijos šaltiniai. Surinkta svarbi faktinė ir kontekstinė informacija susijusi su dumblo panaudojimo galimybėmis, veiksnių programomis, Lietuvos ir užsienio teisinais reikalavimais, valyklų nuotekoms ir dumbliui. Informacija vertinimui buvo renkama iš strateginių dokumentų, statistinių duomenų šaltinių, anksčiau aplinkos apsaugos srityje atliktų vertinimų, projektų paraiškų ir jų priedų, finansavimo sąlygų aprašų ir kitų šaltinių. Vertinant buvo atlikta palyginamoji, statistinė surinktos pirminės ir antrinės informacijos analizė.

Taikant CCaLC skaičiavimo metodiką buvo nustatyti produkto ir technologinių galimybių optimizavimo modeliai. Norint tiksliau įvertinti nuotekų valykloje susidarancio dumblo poveikį, toliau buvo nagrinėjami technologinių įrenginių dumblo susidarymo ir apdorojimo procesai.

Nustatant įmonės aplinkosauginį poveikį buvo taikomi tokie aplinkosauginiai rodikliai: transportas, vandens kokybė, dumblo kokybė, atliekų šalinimas ir perdirbimas (Vertinimo ataskaita 2011).

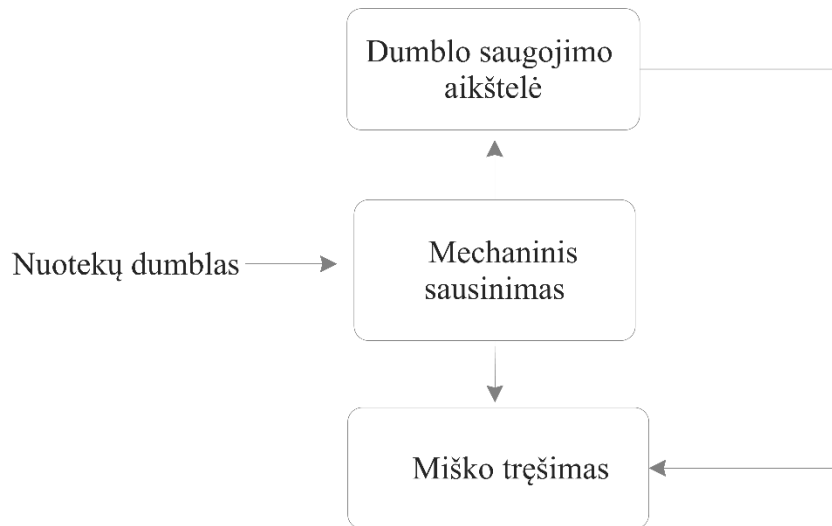
2.4 Dumblo apdorojimo scenarijų kūrimas

Scenarijų parinkimas konkrečiai vietai yra labai svarbus etapas, kurio metu pasiūlomos dumblo apdorojimo alternatyvos. Scenarijų parinkimui įtakos turi: įmonės dydis, geografinė vietovė, dumblo susidarymo kiekiai, energijos poreikis, transportas. Apdorojimo vertinimas atliekamas vienai tonai sausos medžiagos dumblo. Įvertinus naujausių mokslinių tyrimo rezultatus dumblo apdorojimo srityse ir remiantis atliekų tvarkymo hierarchijos piramide buvo siūloma taikyti tokius dumblo apdorojimo scenarijus:

- Dabartinis įmonės dumblo tvarkymo scenarijus;
- Anaerobinis pūdymas ir ūkio paskirties žemės tręšimas;
- Uždaras kompostavimas su žemės tręšimu;
- Atviras kompostavimas su žemės tręšimu.

Dabartinis įmonės dumblo tvarkymo scenarijus

Esamas dumblo tvarkymo scenarijus taikomas neapželdinto miško ploto tręšimui. Juostiniu filtpresu nusausintas dumblas pilamas į priekabą ir transportuojamas į dumblo saugojimo aikštelę arba vežamas į Pašvenčio mišką. Šis scenarijus apima dumblo mechaninį sausinimą, dumblo sandėliavimą ir tiesioginį miško ploto tręšimą.

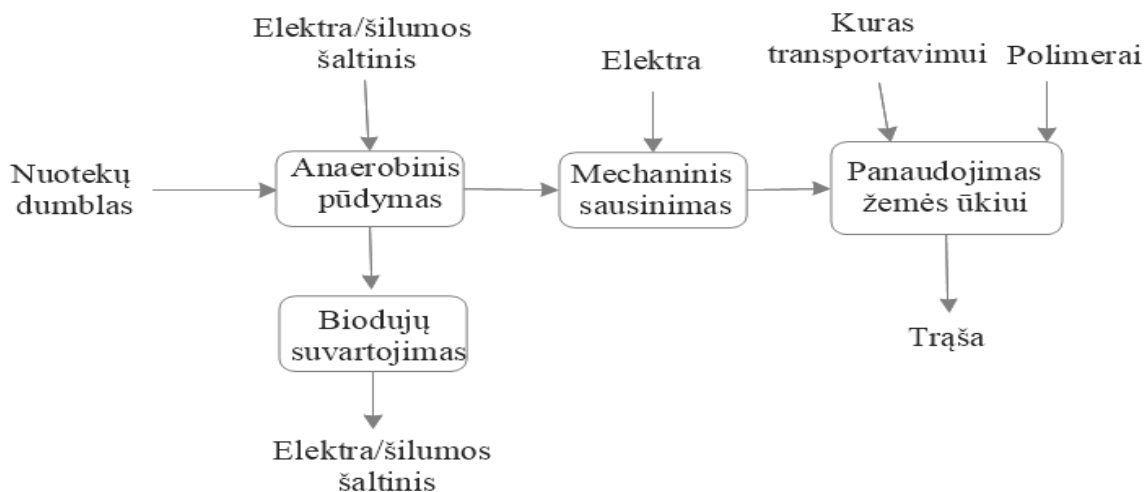


20 paveikslas. Dabartinis įmonės dumblo tvarkymo scenarijus

Scenarijus Nr 1. Anaerobinis pūdymas ir ūkio paskirties žemės tręšimas

Anaerobinis pūdymas yra bendra technologija taikoma šiandienos žemės ūkio, komunalinių atliekų pramonėje. Technologija naudoja bakterijas, kurios taikymo metu atliekos suskaidomos į organines medžiagas ir metano dujas. Dujos gali būti naudojamos elektros energijai ar šilumai gaminti.

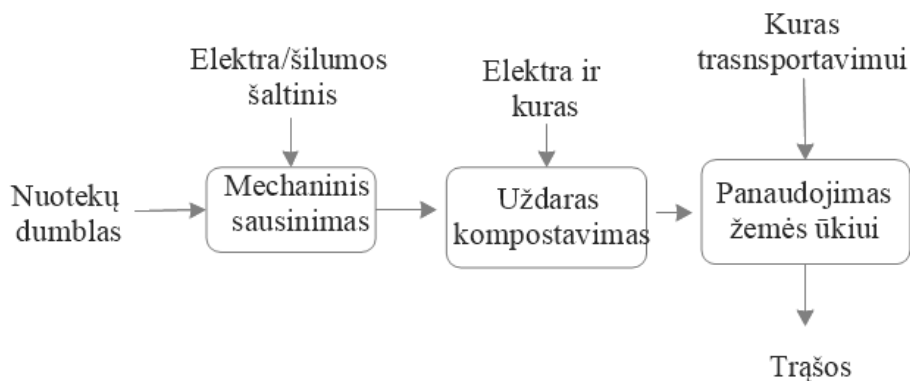
Šis scenarijus apima anaerobinį pūdyimą ir tiesioginį dumblo tręšimą žemės ūkyje. Apdorotas dumblas turėdamas maistingųjų medžiagų, tokių kaip azotas, kalis ir fosforas gali pakeisti trąšų naudojimą. Tačiau dumblo paskleidimas ant ūkio paskirties žemės gali sukelti sunkiųjų metalų taršą gruntui, todėl tręšti reikalaujama laikantis tręšimui skirtų normų.



21 paveikslas. Anaerobinio pūdyimo ir ūkio paskirties žemės tręšimo proceso schema

Scenarijus Nr 2. Uždaras kompostavimas su žemės tręšimu

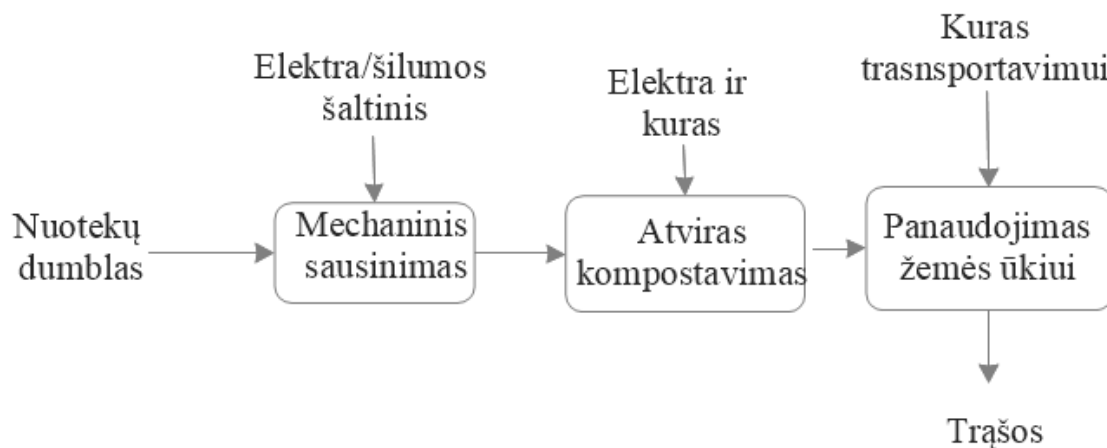
Uždaros kompostavimo sistemos yra tiksliau valdomos negu atviros, sumažėja kvapų emisijos, sutrumpėja proceso trukmė, gaunamas geresnės kokybės kompostas. Uždaras kompostavimo įrenginys pagal jų konstrukciją gali būti konteineris, tunelis ar besisukantis būgnas. Pagal atliekų judėjimo kryptį jie skirstomi į vertikalius, horizontalius, nuožulnius, nejudančius. Konteinerinės kompostavimo dėžės būna visiškai arba dalinai uždaros, jose aplinkos parametrai yra reguliuojami. Kompostuojamos atliekos dėžėse būna įrengiami žaliavos įkrovimo ir komposto iškrovimo įrenginiai, substrato maišyklės, ventiliatoriai, išmetamųjų dujų filtras. Nuotekų dumblas su ŽA kompostuojamas santykiu (pagal masę) 7:3 (Bioskaidžių atliekų šalinimas ir perdirbimas 2014).



22 paveikslas. Uždaro kompostavimo su žemės tręšimu proceso schema

Scenarijus Nr 3. Atviras kompostavimas su žemės tręšimu

Atviras kompostavimas taikomas gaminant komposto kiekius krūvose ar paprastos konstrukcijos talpose. Kompostas permaišomas kas 1-3 mėn. Įprastai dažniausiai vyksta aerobinis procesas, tačiau dėl nepakankamos priežiūros susidarius anaerobinėmis sąlygomis prasideda atliekų anaerobinis puvinimas. Komposto brandimo laikotarpis ilgas – trunka nuo 6 mėnesius iki kelių metų. Tačiau šiuo atveju nereikia nuolatinės priežiūros ar sudėtingos aeravimo technikos. Tam pačiam kiekiui komposto pagaminti reikės daug daugiau vietos, nes kompostas ilgiau brandinamas, taip pat galimi nekontroliuojami kvapai. Nuotekų dumblas su ŽA kompostuojamas santykiu (pagal masę) 1:1.



23 paveikslas. Atviro kompostavimo su žemės tręšimu proceso schema

Visos trys dumblo tvarkymo alternatyvos siūlo dumblą panaudoti kaip žaliavą, o ne kaip atlieką. Dėl neigiamos aplinkosauginės ir kraštovarkinės būklės darbe nesiūloma naudoti esamų dumblo sandėliavimo ir tiesioginių tręšimo metodų.

2.5 Scenarijų vertinimas panaudojant CCaLC programą

Tyrimui atlikti pasirinkta CCaLC programa, kuria remiantis atlikti dumblo panaudojimo galimybių poveikio aplinkai tyrimai konkrečioje vietovėje. Norint nustatyti mažiausią poveikį aplinkai darantį tvarkymo būdą buvo lyginti trys dumblo apdorojimo būdai, taikant būvio ciklo vertinimo požiūrį. Analizė atlikta naudojantis CCaLC Biochem v3 programine įranga:

1. Suvedami bendrieji duomenys (data, matavimo vienetai, kiekis, srautai) CCaLC sistemoje;
2. Įrašomi medžiagų ir energijos srautai tenkantys 1 tonai dumblo;
 - Iš CCaLC duomenų bazės: naudotos medžiagos ir energija: kalcio oksidas, požeminis vanduo, kuras (dyzelinas);
 - Iš Ecoivent duomenų bazės : tepalai iš Europos rinkos, elektra iš Europos aukštos įtampos tinklo;
3. Kiekvienam scenarijui atskirai suvedami papildomai naudojami procesai (mechaninis sausinimas, kompostavimas, tręšimas);
4. Gaunami aplinkosaugos rodiklių įvertinimai kiekvienam scenarijui;
5. Palyginami rezultatai tarp 3 alternatyvų ir esamo dumblo tvarkymo metodo;
6. Pateikiamos išvados.

Sistemos ribos

Sistemos tyrimo ribos prasideda nuo žalio dumblo gamybos proceso iki galutinio dumblo panaudojimo.

Išanalizuoti procesai apima:

- Medžiagų ir energijos įėjimus ir išėjimus;
- Šiltnamio sukeliančių dujų kiekį;
- Transportavimą;
- Naudojamus energijos ir šilumos šaltinius.

Funkcinis vienetas

Kadangi tyrimas orientuotas į dumblo apdorojimo proceso vertinimą, funkcinis vienetas yra pasirinktas 1 tona SM dumblo, iš nuotekų valymo įrenginių.

Poveikio aplinkai vertinimas, naudojant būvio ciklo požiūrį

Naudojant būvio ciklo požiūrį, pasirinkti šie penki rodikliai, kurių kitimas labiausiai įvertiną poveikį aplinkai:

1. Rūgštėjimas;
2. Eutrofikacija;
3. Ozono sluoksnio nykimas;
4. CO₂ pėdsakas;
5. Toksiškumas žmonėms.

Naudojama įranga

4 lentelė. Dumblo tvarkymui naudojama įranga

Uždaras kompostavimas	Atviras kompostavimas	Anaerobinis pūdymas
Kaušinis krautuvas Manitou BT	Kaušinis krautuvas Manitou BT	Kaušinis krautuvas Manitou BT
Konteinerinė kompostavimo sistema 7 vnt.	Komposto vartytuvas Backhus	Pūdytuvas Kingdo
Dumblo saugojimo aikštelė	Dumblo saugojimo aikštelė	Komposto vartytuvas Backhus
Juostinis filtpresas OCM	Juostinis filtpresas OCM	Dumblo saugojimo aikštelė
Traktorius LS mtron plus 70	Traktorius LS mtron plus 70	Juostinis filtpresas OCM
		Traktorius LS mtron plus 70

Tyrimo duomenys

Atliekant tiriamąjį darbą buvo naudojami naujausiai prieinami 2013 metų „Jurbarko vandenys“ nuotekų ir dumblo srautų duomenys.

3.TYRIMO REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

3.1 Tyrimo objekto pristatymas

Tyrimų objektu pasirinkta Jurbarko miesto nuotekų valykla – UAB „Jurbarko vandenys“. Jurbarko rajonas yra šalia Nemuno ir užima 1508 km² plotą. Žemiau Jurbarko miesto, dešiniajame Nemuno krante yra įrengta Jurbarko miesto nuotekų valykla, kurią eksploatuoja UAB „Jurbarko vandenys“. Visas valyklos sklypas užima apie 3 ha plotą. Uždaroji akcinė bendrovė „Jurbarko vandenys“ – teikianti vartotojams ir abonentams vandens tiekimo ir nuotekų tvarkymo paslaugas bendrovė, eksploatuojanti Jurbarko miesto bei rajono vandentiekio ir nuotekų tinklus. Bendrovės tikslas – teikti kokybiškas vandens tiekimo, nuotekų tvarkymo paslaugas vartotojams, užtikrinant jų prieinamumą visiems gyventojams, įmonėms ir organizacijoms, patiriant mažiausias išlaidas ir padarant minimalią žalą aplinkai.

Bendrovės jėgomis savivaldybės teritorijoje 2013 metų pabaigoje buvo eksploatuojamos 38 vandenvietės bei 12 valymo įrenginių, per 300 km vandentiekio vamzdynų ir 130 km nuotekų tinklų, 66 arteziniai gręžiniai ir 37 nuotekų siurblinės, kurios eksploatuojamos nuotekų tinklų infrastruktūroje.

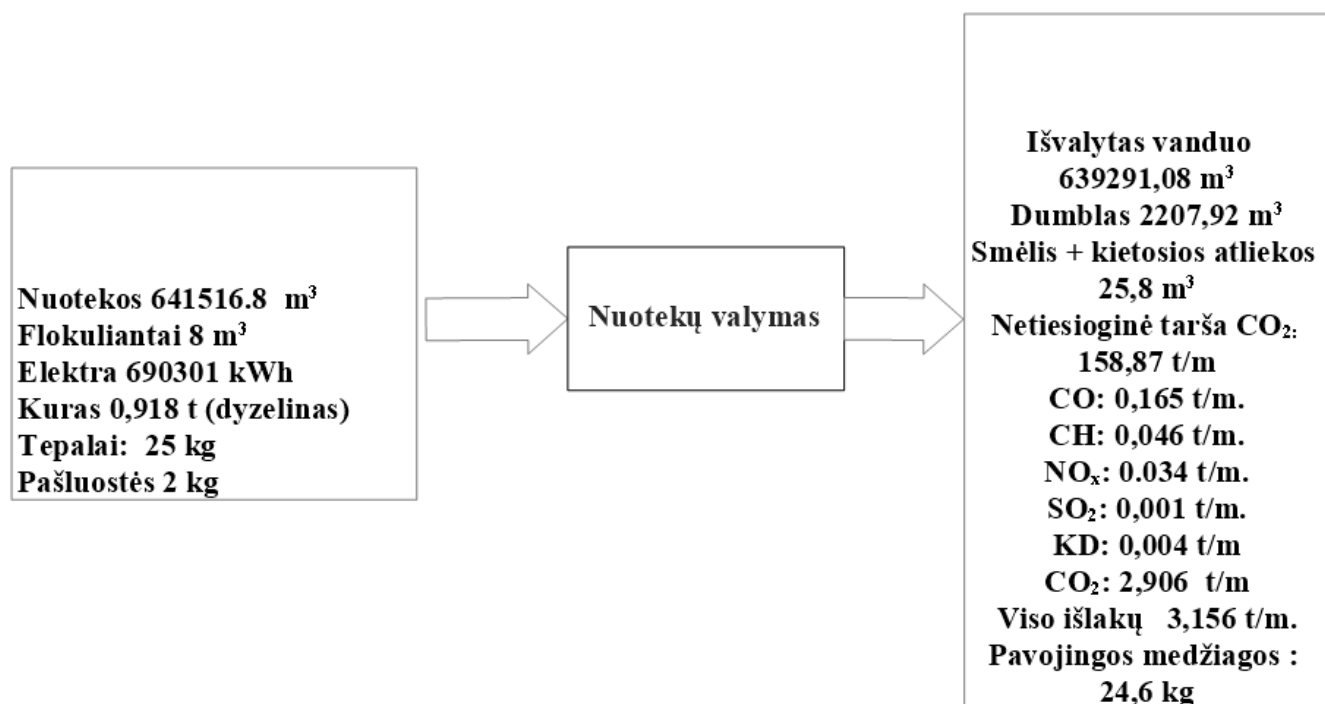
Nuotekos yra valomos Jurbarko miesto biologiniuose nuotekų valymo įrenginiuose. Nuotekų valyklos projektinis pajėgumas sudaro 2540 m³/d. Jurbarko nuotekų valykla pastatyta ir pradėta eksploatuoti 2003 m. gegužės 9 d. Joje nuotekos valomos naudojant tradicinę biologinio veikliojo dumblo technologiją (Jurbarko vandenys 2014).



24 paveikslas. Jurbarko miesto nuotekų valykla

3.2 Medžiagų ir energijos balansas

Medžiagų ir energijos balanse pavaizduoti medžiagų įėjimo ir išėjimo srautai (25 pav.). Nuotekų valykloje didžiausius medžiagų srautus sudaro atitekančios nuotekos. Flokulantai, kuras, tepalai ir pašluostės sudaro tik nedidelę naudojamų medžiagų dalį. Nuotekų valymo procesams vykdyti naudojama elektros energija. Po nuotekų valymo proceso, išėjimo srautuose susidaro dumblas ir išvalytas vanduo. Deginant kurą sukuriama netiesioginė tarša CO₂. Pašalinus tepalus atsiranda pavojingos medžiagos.



25 paveikslas. UAB „Jurbarko vandenys“ medžiagų ir energijos balansas

Nuotekų valymo technologiją sudaro:

- Priėmimo kamera;
- Grotos (automatinės ir atsarginės – rankinės mechaninės grotos);
- Aeruojama smėliagaudė su smėlio aikštele;
- Riebalų gaudyklė;
- Biologinio valymo grandys – aerotankas ir trys orapūtės, paskirstymo kamera;
- Dumblo siurblinė ir du antriniai nusodintuvai;
- Valytų nuotekų apskaitos mazgas ir išleistuvas;
- Avarinė ir dumblo saugojimo aikštelė; buitinis pastatas (Projektas ,2007).

Esamos nuotekų valymo technologijos aprašymas

Nuotekų valymas ir dumblo tvarkymas vyksta tokia tvarka:

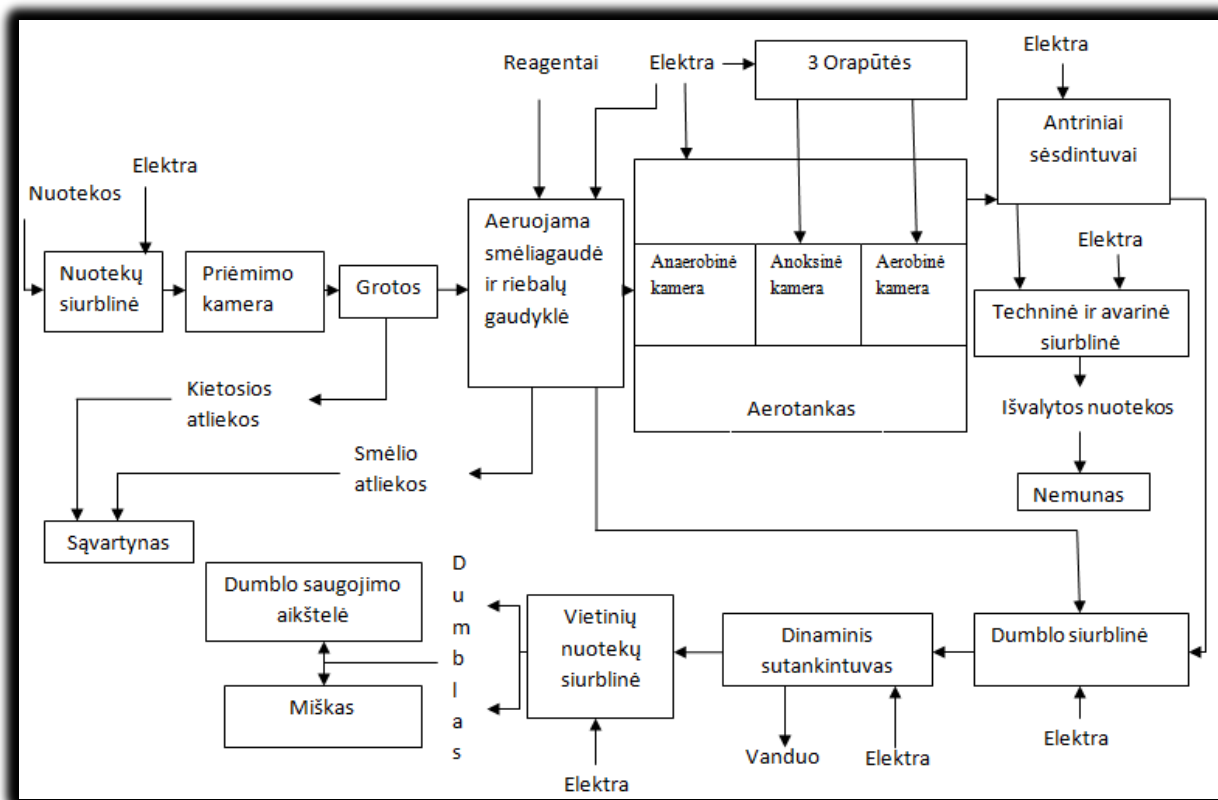
Pirminis valymas. Grotose sulaikomi stambūs nešmenys, aeruojamoje smėliagaudėje sėdinamas smėlis. Nusėdintas smėlis iš smėliagaudės tiekiamas į smėlio aikšteles. Čia smėlis sausinamas ir kaupiamas, vėliau išvežamas į sąvartyną.

Biologinis valymas. Aerotankas suskirstytas į tris zonas: anaerobinę, anoksinę ir aeracinę. Pirmoje auga fosforo junginius kaupiantys mikroorganizmai, antroje vyksta azoto junginių denitrifikacija, o trečioje oksiduojami organiniai teršalai ir vyksta azoto junginių nitrifikacija.

Aktyvusis dumblas atskiriamas nuo valomų nuotekų antriniuose sėdintuvuose, pagrindinė jo dalis grąžinama į biologinio valymo pradžią, o dumblo perteklius, pašalinamas iš sistemos. Valytos nuotekos savitakiu kolektoriumi išleidžiamos į Nemuną. Potvynių metu valytos nuotekos, uždarius kolektoriaus sklendę, siurbliais pumpuojamos į upę.

Dumblo sausinimas. Perteklinis aktyvusis dumblas prieš sausinimą sutirštintas būgniniame siete ir toliau sausinamas centrifugoje. Procesui pagerinti naudojami skysti flokulantai. Sausintas dumblas sandėliuojamas dumblo aikštelėje arba naudojamas neapželdinto miško ploto tręšimui.

Nuotekų valymo technologinė schema su energijos ir medžiagų srautais pateikta (26 pav.).



26 paveikslas. UAB „Jurbarko vandenys“ technologinis sistemos atvaizdavimas

3.3 Įmonės procesų aplinkosauginis vertinimas

Elektros suvartojimas

Remiantis UAB „Jurbarko vandenys“ ataskaitinio 2013 laikotarpio energetinio ūkio duomenimis (4 lentelė) pateikiamos sritys, kuriose suvartojami didžiausi elektros energijos kiekiai.

5 lentelė. UAB „Jurbarko vandenys“ suvartojama elektros energija (Energetinio ūkio duomenys 2013)

Energetinio ūkio duomenys	Matavimo vienetai tūkst. kWh	
Vandens gavyba	460,5	
Vandens ruošimas	15,4	
Nuotekų surinkime	140,2	
Nuotekų valyklose	690,3	
	Biologinio valymo	240,1
	Su denitrifikacija	450,2

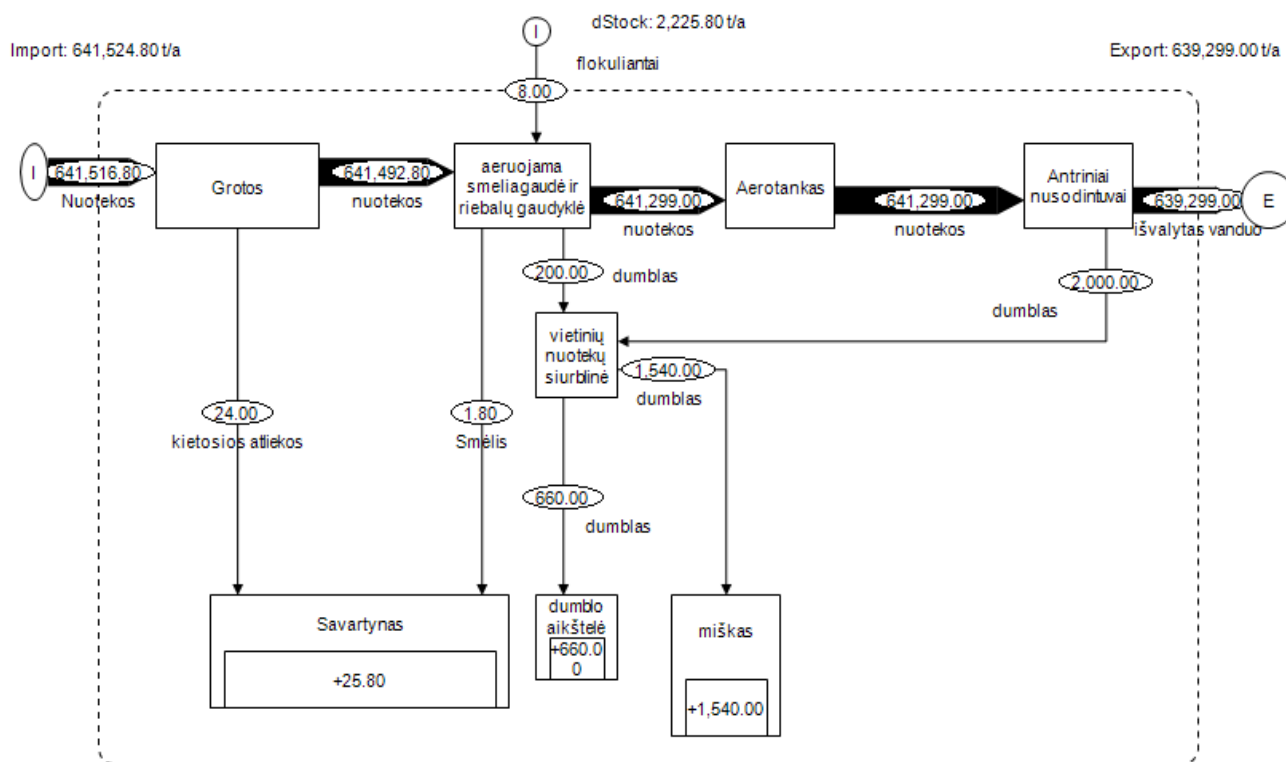
Iš pateiktų duomenų matyti, kad denitrifikacijos procesas nuotekų valykloje suvartoja daugiausiai elektros energijos 63,4%. Kiek mažiau 18% elektros energijos suvartoja biologinis valymas ir nuotekų surinkimas. Mechaninis valymas sudaro 0,63 % nuo visos suvartojamos elektros energijos.

6 lentelė. Elektros energijos suvartojimas skirtinguose nuotekų tvarkymo etapuose (Lenkaitytė 2013).

Etapai	Energijos sunaudojimas %	kWh/m ³	Įtekėjimo kiekis per parą	Ištekėjimo kiekis per parą
Nuotekų surinkimas	18	0,2	2568 m ³	-
Mechaninis valymas	0,63	0,0063	2568 m ³	-
Biologinis valymas	18	0,19	-	-
Su denitrifikacija	63,4	0,68	-	-

Atliekų šalinimas ir perdirbimas

Atlikus įmonės procesų analizę nustatyta, kad dumblo sankaupos sudaro didžiausia atliekų dalį. Smėlis ir kietosios atliekos siekia 1,15 %, o tuo tarpu dumblas 98,85 % nuo visų atliekų kiekio. Antriniuose sėsduintuvuose susiformavęs dumblas patenka į nuotekų siurblinę, iš kurios transportuojamas į dumblo saugojimo aikštelę arba mišką. Grotose sulaukytos kietosios atliekos kaip ir smėlis išvežamos į sąvartyną.



27 paveikslas. Įmonės nuotekų valyklos gamybos procesas

Jurbarko rajono Pašvenčio girininkijoje įrengtoje laikino dumblo saugojimo aikštelėje yra saugomas dumblas, kuris prabuvęs neilgiau kaip metus vežamas į mišką tręšimui. Aikštelė yra su uždaru stogu, siekiant apsaugoti dumblą nuo praskiedimo galimybės. Šiuo metu įmonėje naudojami dumblo tvarkymo būdai yra tręšimas miške ir dumblo saugojimas aikštelėje.



28 paveikslas. UAB „Jurbarko vandenys“ nuotekų dumblo saugojimo aikštelė

Vandens kokybė

Buvo pastebėta, kad miesto nuotekų išleidžiamų į aplinką kokybė, konkrečioje vietovėje, šiuo atveju Jurbarko yra gera, nes nevalytų ir nepakankamai išvalytų nuotekų valykloje nesusidaro (žr 6 lentelė). Vertinant vandens kokybės parametrus (žr 7 lentelė) nustatyta, kad leistinos normos įmonėje nebuvo viršytos.

Pagal 2006 m. gegužės 17 d nuotekų tvarkymo reglamentą įmonės nuotekose normuojami/kontroliuojami šie parametrai: BDS₇, ChDS, bendras azotas, bendras fosforas, SD (žr. 4 priedas). Lentelėje (žr.6 lentelė) pateikiamos įmonės vidutinės fizikinių ir cheminių parametrų koncentracijų vertės.

7 lentelė Įmonės vidutinės fizikinių ir cheminių parametų koncentracijų vertės (Lenkaitė 2013).

Parametrai	Nuotekų valyklos vertės (mg/l)		
	Minimalus	Maksimalus	Vidurkis
BDS ₇	386	565	476
ChDS	742	908	825
SD	321	352	337
Bendras fosforas	72	91	82
Bendras azotas	9,6	12	11

8 lentelė. Miesto nuotekų išleidžiamų į aplinką, kokybė tūkst. m³/ metus (Europos ataskaita 2013).

Atsiskaitančios įmonės pavadinimas	UAB "Jurbarko vandenys"
Valymo įrenginių pavadinimas	Jurbarko NVĮ
Gyventojų ekvivalento grupė	10 000 < GE < 15 000
Visas nuotekų kiekis	639,291 m ³
Nuotekų kiekis išvalytas iki nustatytų normų	639,291 m ³
Nepakankamai išvalytų nuotekų kiekis	0
Nuotekų kiekis išleistas į filtracijos laukus	0
Priimtuvas	Nemunas (Nemuno mažųjų intakų (su Nemunu) baseinas)

9 lentelė. Pagrindinių vandens parametų bandymų rezultatai (Tyrimų ataskaita 2013 m).

Parametrai ir jų leistinos normos							
Geležies junginiai 0,2 mg/l		Amoniakas 0, 5 mg/l		Drumstumas 4 DV pagal formaziną		Spalva 30 mg/ 1 Pt	
Faktas	Viršyta kartų	Faktas	Viršyta kartų	Faktas	Viršyta kartų	Faktas	Viršyta kartų
0,03	-	0,04	-	0,25	-	8	-

Dumblo kokybė

Pagal Jurbarko mieste ir gyvenvietėse vandentiekio skirstomųjų tinklų viešai tiekiamo geriamojo vandens programinės priežiūros 2013 m. planą, kuris suderintas su rajono valstybine maisto veterinarine tarnyba, buvo atlikti vandens bakteriologiniai tyrimai. Bakteriologiniai tyrimai atliekami sekantiems parametrams: bakterijoms, žarninėms lazdelėms (E coli), žarniniams enterokokams ir kolonijas sudarančių vienetų skaičiui. 2013 m. bakteriologinės taršos tyrimo bandiniuose neužfiksuota. Kadangi tirtas dumblas priskiriamas A dumblo klasei bei I ir II dumblo kategorijai, todėl šis dumblas pagal LAND 20-2005 gali būti naudojamas kompostavimui ir tręšimui.

10. Jurbarko nuotekų valyklos dumblo klasės nustatymo rezultatai (Geriamojo vandens priežiūros planas 2015).

Dumblo klasė	Fekalinė žarnyno lazdelė (Escherichia coli), kol. sk./g	Anaerobinės klostridijos (Clostridium perfringens), kol. sk./g	Helminčių kiaušinėliai ir lervos, vnt./kg	Patogeninės enterobakterijos, kol. sk./g	Rezultatai
A	≤ 1000	≤ 100 000	0	0	neaptikta
B	1001–100 000	100 001–10 000 000	1–100	0	neaptikta
C	> 100 000	>10 000 000	> 100	>1	neaptikta

Įmonės dumblo kategorijai nustatyti, buvo iširtos sunkiųjų metalų koncentracijos dumble ir palygintos su didžiausiomis leistinomis koncentracijomis (10 lentelė).

Sunkiųjų metalų koncentracijos:

Chromas- **16,2** mg/kg;

Kadmis- **1.6** mg/kg;

Švinas- **32,1** mg/kg;

Varis- **58,8** mg/kg;

Nikelis- **15,8** mg/kg;

Cinkas- **567** mg/kg;

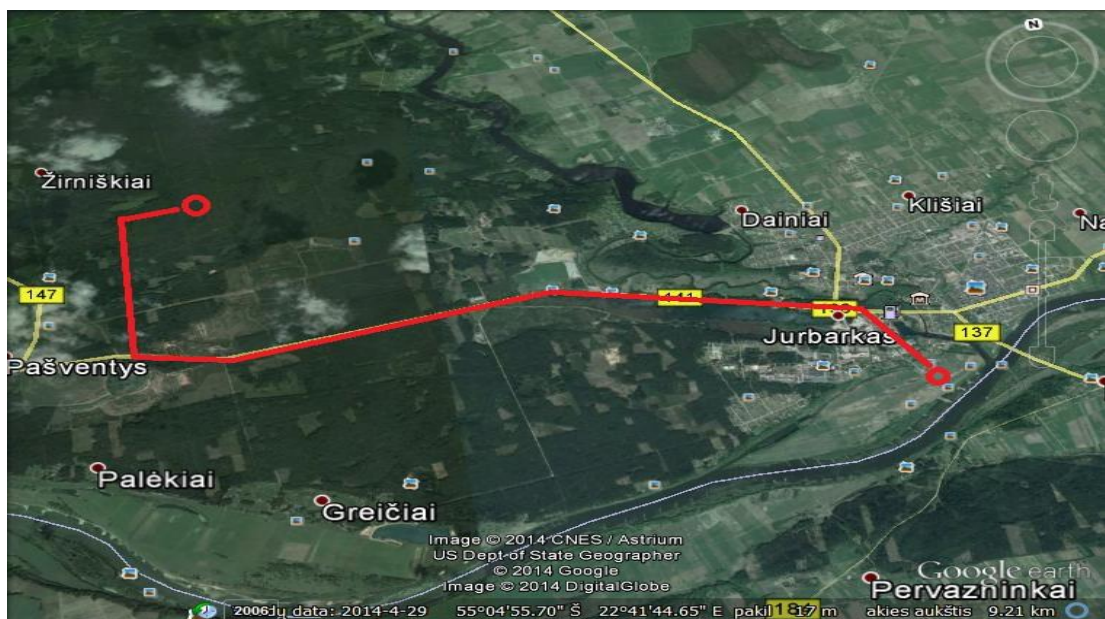
Gyvsidabris **1,29** mg/kg.

11 lentelė. Jurbarko nuotekų valyklos dumblo kategorijos nustatymo rezultatai (2013)

Dumblo kategorija	Sunkiųjų metalų koncentracija, mg/kg						
	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Zn	Hg
I	<140 32,1	<1,5	<140 16,2	<75 58,8	<50 15,8	<300	<1,0
II	140–750	1,5–20 1.6	140–400	75–1000	50–300	300–2500 567	1,0–8,0 1,29
III	>750	>20	>400	>1000	>300	>2500	>8,0

Transportas

Šiuo metu nuotekų valykloje per metus susidaro 2200 t, per 1-2 dienas apie 8t, didelė dumblo dalis išvežama į Pašvenčio mišką esantį Jurbarko rajone. Dumbblas pagal tręšimo nuotekų dumblo 2015-2017 planą naudojamas neapželdinto miško ploto tręšimui .Kita mažesnė dumblo dalis keliauja į Greičių miške esančią uždara dumblo saugojimo aikštelę. Ten taip pat patenka dumblas iš Jurbarko rajone esančių kaimo nuotekų valyklų. Dumbliui transportuoti iš Jurbarko nuotekų valyklos sunaudojama apie 918 l dyzelinio kuro, kurio kaina 0,90 Eur/l ir nuvažiuojama 5100 km. Bendrai įmonė sunaudoja 16 000 litrų kuro, tai yra 1330 l/mėn. Dumblo transportavimui naudojamas traktorius su priekaba, kuris vienu metu gali išvežti 8 t 82% drėgnumo dumblą. Atstumas iki Pašvenčio miško yra apie 12 km, o iki Greičių miško dumblo saugojimo aikštelės 3 km.



29 paveikslas. Dumblo transportavimas į Pašvenčio mišką.

Taigi, įvertinus Jurbarko valyklos aplinkosauginius aspektus galima teigti, kad esamas dumblo tvarkymo metodas nėra pakankamai neefektyvus:

1. Dėl didelių dumblo transportavimo kaštų;
2. Dėl atskirų dumblo apdorojimo sąnaudų apskaitos;
3. Dėl už taršą skiriamų baudų;
4. Dėl netinkamo dumblo panaudojimo.

Nors nuotekų ir dumblo kokybė neviršija leistinų normų, tačiau griežtėjantiems dumblo tvarkymo reikalavimams ir keičiantis visuomenės požiūriui į cheminių medžiagų poveikį įmonė bus priversta imtis ryžtingų sprendimų.

3.4 Geriausiai prieinamų gamybos būdų analizė

Geriausių prieinamų gamybos būdų taikymo pagrindinis tikslas yra tvarkyti susidarančias atliekas taikant metodus atitinkančius darnaus vystymosi principus, atsižvelgiant į atliekų tvarkymo planavimo, surinkimo, vežimo apdorojimo, šalinimo, įskaitant perdirbimo ir panaudojimo, galimybes.

Dumblo tvarkymo problema tiriamoje Jurbarko miesto valykloje yra senai žinoma ir aktuali miesto gyventojams. Valykla įrengta prie didžiausios Lietuvos upės Nemuno. Susidarę dumblo kiekiai panaudojami neefektyviai, todėl būtina ieškoti kitų sprendimų. Dumblo kaupimas aikštelėse uždraustas, o numatytos dumblo apdorojimo įrenginių statybos Tauragėje nėra pradėtos. Šiuo metu galioja priimtas Jurbarko savivaldybės sprendimas dumblą įterpti į miško paklotę, todėl mažėjant dumblo šalinimo galimybėms, būtina diegti naujas, efektyvesnes, aplinkai palankesnes dumblo tvarkymo technologijas. Tai leistų sumažinti dumblo kiekį, kuris po apdorojimo procesų gali būti naudojamas įvairiems tikslams. Remiantis darbe atliktu Jurbarko miesto nuotekų valyklos įrenginių, medžiagų ir energijos balansu, LR ir ES teisiniais ir norminiais aktais, aplinkosaugine analize, nustatyti šie galimi dumblo šalinimo būdai:



**Anaerobinis pūdymas ir ūkio
paskirties žemės tręšimas**



**Uždaras kompostavimas su žemės
tręšimu**



**Atviras kompostavimas su žemės
tręšimu**

30 paveikslas. Siūlomi dumblo apdorojimo scenarijai

Vertinant dumblo tvarkymo įrangos eksploatacinius kaštus buvo atliktas įrangos kaštų apskaičiavimas tenkantis 1 t dumblo. Skaičiavimas atliktas sumuojant: pūdytuvo, džiovimimo įrenginio, kompostavimo aikštelės su esama įranga eksploatacinius kaštus.

Dumblo apskaičiavimui turėjo įtakos:

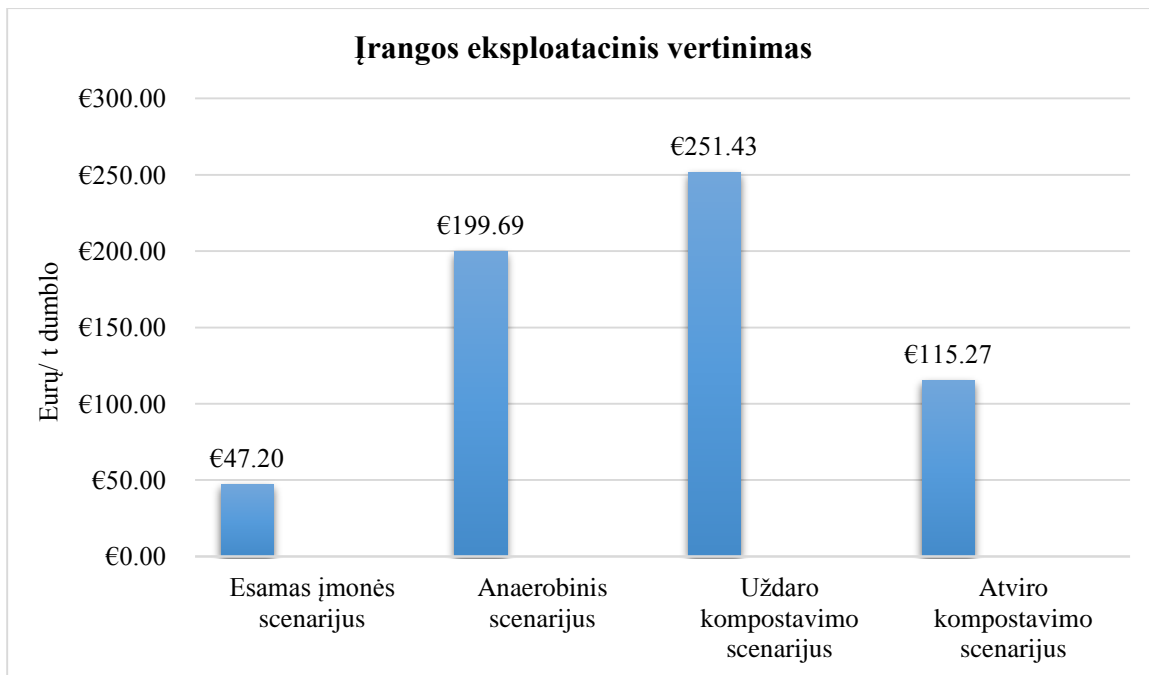
- Nuotekų valykloje susidarantis dumblo kiekis;
- Tvarkymo kaina, vienai tonai dumblo;
- Dumblo transportavimo kaštai.

Kiekvienam scenarijui yra papildomai reikalingos investicijos į įrangą:

Anaerobiniam scenarijui reikalingas: Pūdytuvas 450 000 € 1 vnt. Bendras darbinis tūris – 2000 m³ apkrova -1,2 kg SM/m³/d;

Uždaram kompostavimui: Konteineriai 450 000 €, 7 vnt. Vieno konteinerio darbinis tūris 35,8 m³;

Atviram kompostavimui: Komposto vartytuvas 150 000 €, 1 vnt. Našumas 2.800 m³/h.



31 paveikslas. Dumblo tvarkymo sistemos scenarijų eksploatacinių kaštų vertinimas

Pagal eksploatacijos rezultatus galime teigti, kad esamas dumblo tvarkymas sudaro mažiausias dumblo tvarkymo sąnaudas. Atviras kompostavimas sudaro 115,27€ /t ir yra vienas iš palankiausių scenarijų įmonės taikymui. Uždaro ir anaerobinio kompostavimo eksploatacijos kaštai siekia 251,43€ /t. ir 199,69 € /t. Nors įmonėje esami kaštai ir nėra labai dideli, tačiau jie gali išaugti dėl netinkamo dumblo tręšimo ar galimos dirvožemio taršos. Ribinių verčių neatitinkantis dumblas, kurio per metus į mišką išvežama apie 1540 t, gali priversti įmonę sumokėti 217,500€ siekiančias baudas. Todėl svarbu ieškoti kitų dumblo tvarkymo būdų ir imtis veiksmų, kad dumblas atitiktų visus jam keliamus reikalavimus (Investicinė programa 2006).

3.5 Poveikio aplinkai įvertinimas CCaLC skaičiavimo metodika

Įvertinti aplinkosauginį dumblo poveikį buvo remtasi Jurbarko nuotekų valyklos ataskaitomis, dumblo galimybių studijos (2006) Jong Hyun Lim tyrimu ir duomenimis gautas iš (žr. priede Nr 3).

3.5.1 Dumblo linijos duomenų santrauka

Duomenys gauti iš Jong Hyun Lim tyrimo (2008), kuriame LCA metodu buvo kuriami dumblo panaudojimo scenarijai. Šie duomenys bus naudojami CCaLC programinėje įrangoje, siekiant įvertinti pasirinktų dumblo tvarkymo scenarijų poveikį aplinkai.

12 lentelė Anaerobinio pūdymo srautai (J.H Lim 2008)

Anaerobinis pūdymas	
Iėjimai	
Šilumos suvartojimas	14 kWa
Energijos suvartojimas	88 kWa
Dumblas	1 tona
Išėjimai	
Biodujos	730 nm ³
CH ₄	9,7
CO ₂	990 kg
CO	0,80 kg
NO ₂	0,80 kg

13 lentelė. Biodujų išėigos duomenys (J.H Lim 2008)

Biodujos	
Iėjimai	
Biodujos	730 m ³
Išėjimai	
Energijos išgavimas	1450 kWh
Šilumos išgavimas	14.60 kWh
NO _x	9 kg
CO ₂	83 kg
CH ₄	5,45 kg
CO	4,5

14 lentelė. Uždaro kompostavimo srautai (J.H Lim 2008)

Uždaras kompostavimas	
Iėjimai	
Kuras	0,0040 t
Elektra	1,5 kWh
ŽA	0,66 tonos
Išėjimai	
CO ₂	55 kg
CH ₄	55 kg

15 lentelė. Atviro kompostavimo srautai (J.H Lim 2008)

Atviras kompostavimas	
Iėjimai	
Kuras	0,0120 t
ŽA	1 tona
Išėjimai	
CO ₂	165 kg
CH ₄	165 kg

16 lentelė. Mechaninio sausinimo srautai (J.H Lim 2008)

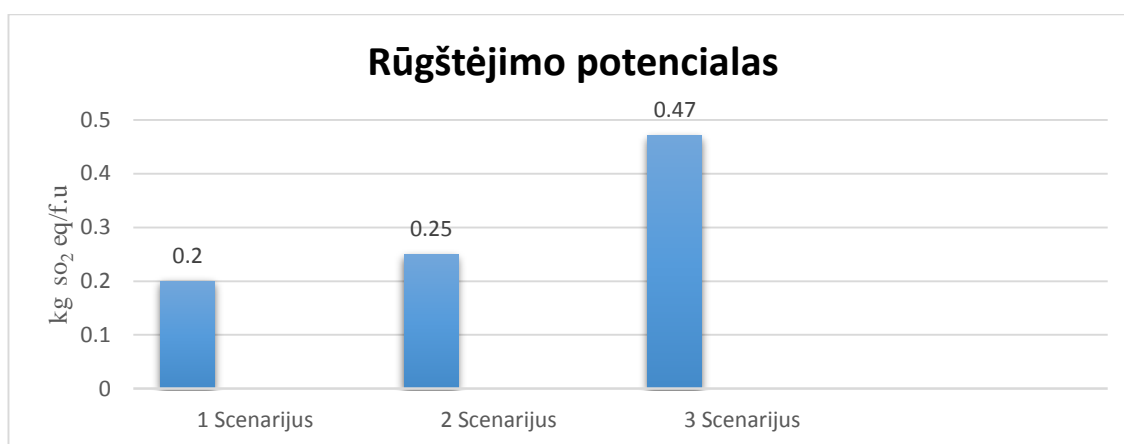
Mechaninis sausinimas (juostiniu presu)	
Iėjimai	
Elektra	35 kWh
Išėjimai	
Nusausintas dumblas	0,82 tonos

17 lentelė. Medžiagų ir energijos srautai tręšimui (J.H Lim 2008)

Tręšimas	
Iėjimai	
Elektra	59 kWh
Kuras	0,0070 t
Išėjimai	
Kalkės	60 kg

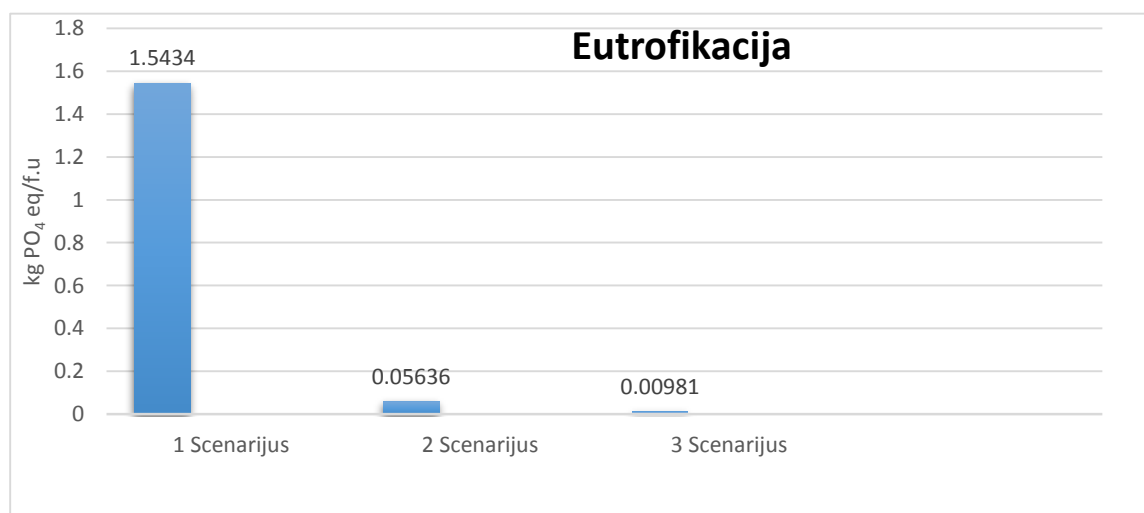
3.5.2 Poveikio aplinkai vertinimo pagal būvio ciklo požiūrį modeliavimo rezultatai

Lyginant rūgštėjimo potencialą atskiruose scenarijuose matyti, kad anaerobinis ir uždaras dumblo apdirbimo būdai šiuo atveju daro panašų poveikį aplinkai. Anaerobinis ir uždaras dumblo apdirbimo būdai vertinant poveikį aplinkai pasirinktoje poveikio kategorijoje sudaro 0,20 ir 0,25 kg/SO₂ Tuo tarpu atviras kompostavimas turi didžiausią poveikį rūgštėjimui. Pagrindinė priežastis buvo dideli tiesioginių dujų kiekiai (SO₂,CH₄,CO₂) darantys įtaka rūgštėjimo potencialui.



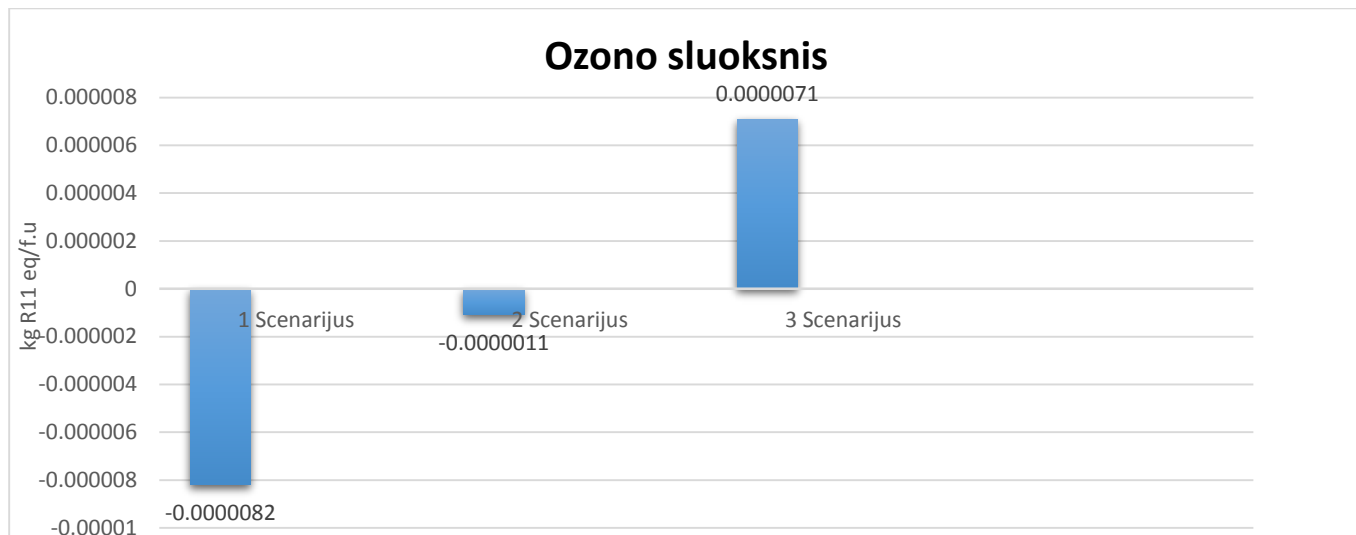
32 paveikslas. Rūgštėjimo potencialas

Įvertinus dumblių žydėjimo potencialą buvo pastebėta, kad būtent 1 scenarijus sudaro didžiausią fitoplanktono augimo potencialą. Lemiantys veiksniai išaugusiai eutrofikacijai, buvo dideli NO_x ir SO₂ kiekiai biodujų išgavimo metu. Atviras ir uždaras kompostavimas neapima jokių procesų, kurie skleistų tokias dujas ir sukeltų vandens ekosistemų kitimą. Tačiau biodujų deginimas naudingas gaminant elektros energiją, nuotekų valyklos reikmėms patenkinti.



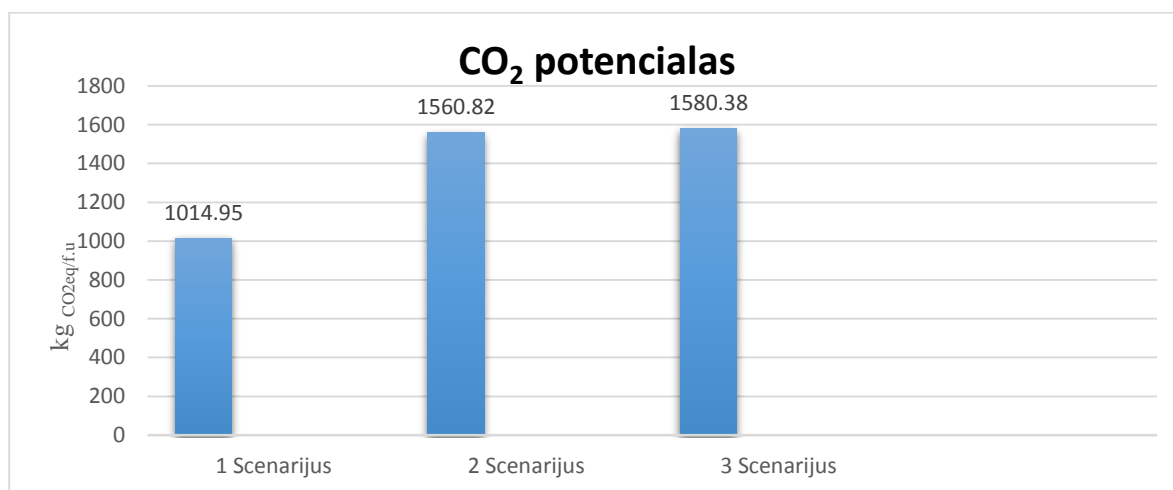
33 paveikslas. Eutrofikacijos kitimo procesas

Buvo apskaičiuota, kad visi trys nagrinėjami scenarijai įtakos ozono sluoksnio mažėjimo potencialui, sudaro labai mažai. Buvo gauti svyravimai nuo $-8,2E-06$ iki $7,1E-05$ kg/R11 dujų kiekiui. Atsižvelgiant į ozoną ardančių medžiagų draudimus energetikos srityje, šie skaičiai ir toliau turėtų mažėti.



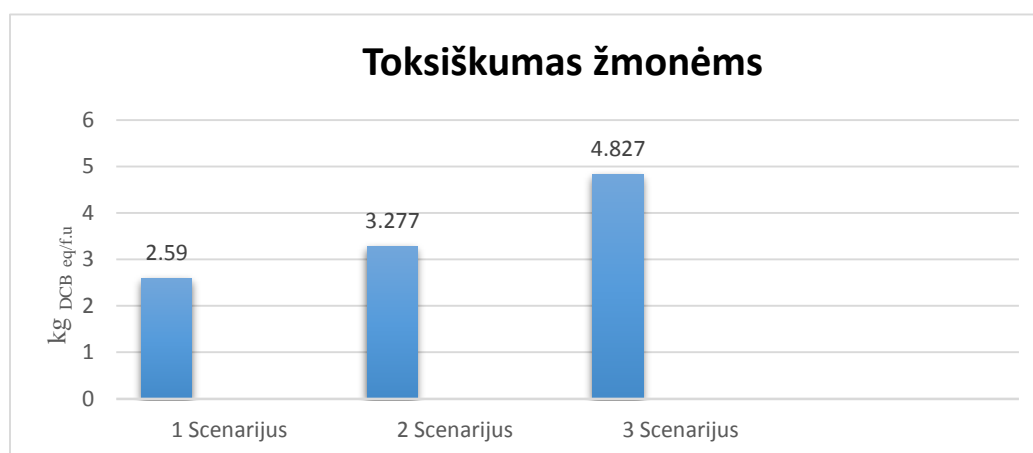
34 paveikslas. Ozono sluoksnio kitimas

Šiuo rodikliu buvo vertinamas CO₂ potencialas tarp visų dumblo apdirbimo scenarijų. Uždaras ir atviras sudarė 1560,82 kg ir 1580,38 kg/ tonai dumblo apdirbti. Anaerobinio pūdymo metu gautos dujos sudarė -1042,57 kg/ CO₂ dėl elektros energijos sankaupų, kurios panaudotos dumblo apdirbimo procesams vykdyti. Todėl anaerobinis biodujų išgavimas pasigaminant elektros energijos, leido įmonėje sumažinti CO₂ potencialą iki 1014,95kg/CO₂



35 paveikslas. CO₂ potencialo kitimas

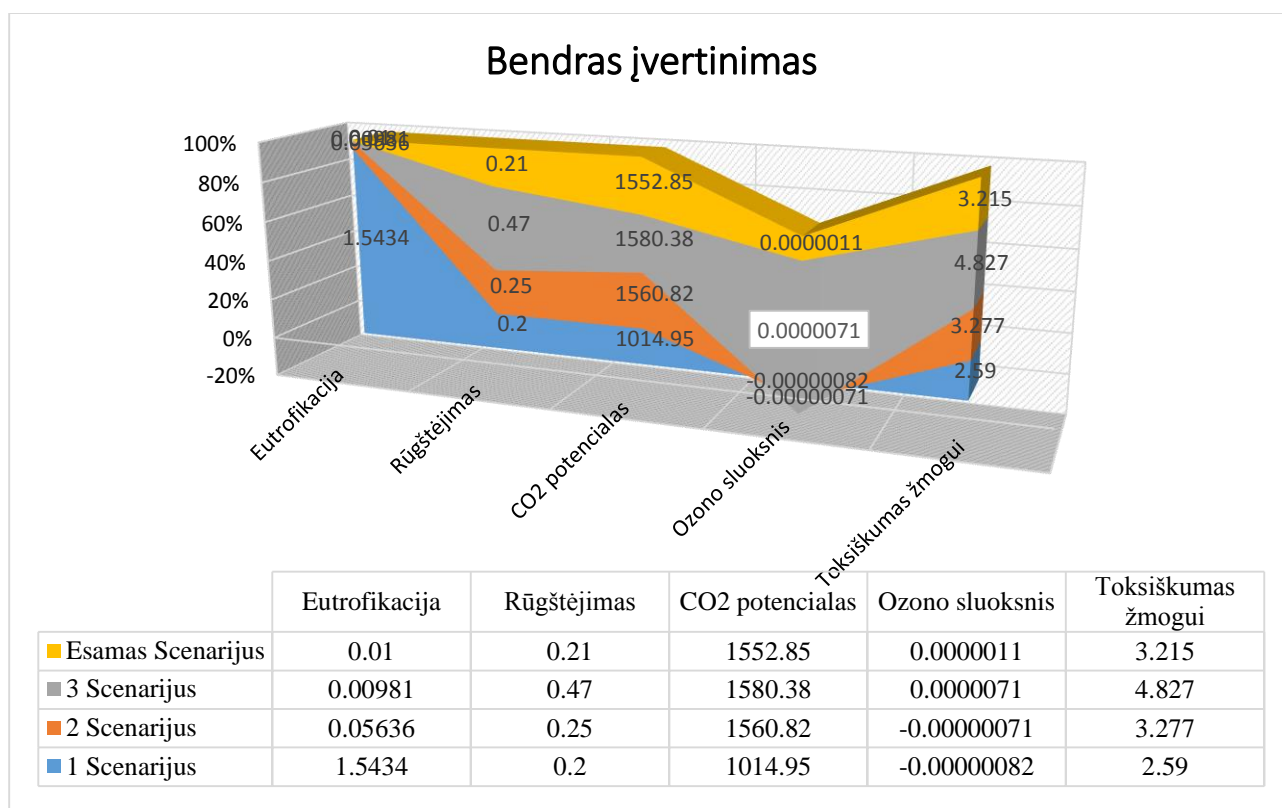
Visiems gerai žinoma, kad poveikis žmonių sveikatai priklauso nuo įmonėje naudojamų medžiagų, esamų gamybos procesų ir transporto judėjimo. Anaerobinis pūdydas paprastai neturi nemalonaus kvapo ir pūdydo metu neišsiskiria kenksmingos medžiagos į orą. Paveiksle (žr 36 pav.) matome, kad anaerobinis dumblo apdorojimo būdas sudaro mažiausia neigiamą poveikį 2,59 kg/DBC (dichlorbenzeno) žmonių sveikatai. Kiek daugiau toksiški yra uždaras ir atviras kompostavimas, kurie sudaro 3,277 ir 1,827 kg/DBC. Didžiausias poveikis atsirandą dumblo apdorojimo procesuose iš mobilių taršos šaltinių ir išaugusio elektros kiekio.



36 paveikslas. Toksiškumas žmonėms

Įvertinus visus tris dumblo apdorojimo scenarijus, buvo nustatyta, kad anaerobinis pūdydas su komposto tręšimu turi pranašumą: dirvos rūgštėjimo, anglies dioksido ir toksiškumo rodikliuose, lyginant su atviru ir uždaru kompostavimu. Taikant atvirą kompostavimo scenarijų gauti du mažesni poveikio aplinkai rodikliai: eutrofikacijos, ozono sluoksnio. Uždaro kompostavimo rodikliai, tokie kaip ozono sluoksnio potencialas, rūgštėjimas ir geresni buvo tik prieš anaerobinį dumblo pūdydą.

Palyginus dumblo scenarijus su jau įmonėje esama situacija matome, kad eutrofikacijos ir rūgštėjimo potencialas yra aukštesnis tik anaerobiniame scenarijuje. Anglies dvideginio potencialas tarp scenarijų yra panašus. Esamas scenarijus Ozono sluoksnio poveikiui daro labai mažą įtaką. Lyginant esama scenarijų su gautais rezultatais matyti, kad toksiškumas žmonėms yra didesnis už anaerobinį ir uždarą kompostavimą, dėl nekontroliuojamų biologinių dumblo procesų. Taigi, viską apibendrinus galima teigti, kad tiek atviras dumblo apdorojimo būdas, tiek anaerobinis pūdymas Jurbarko mieste yra palankiausi variantai, siekiant sukurti kuo mažesnę poveikį aplinkai ir racionaliai panaudoti valyклоje susidariusį dumblą.



37 paveikslas. Bendras scenarijų įvertinimas

IŠVADOS

1. Atlikus nuotekų ir dumblo vertinimą buvo nustatyta, kad nuotekų dumblo panaudojimo galimybių trūkumas yra viena iš svarbiausių problemų, kuri dar nėra pilnai išspręsta. Su nuotekomis į dumblą patenkančios kenksmingos medžiagos, kurių nepavyksta neutralizuoti valymo procese, nusėdą ir taip riboja panaudojimo galimybes.

Jurbarko nuotekų valykloje kiekvienais metais susidaro apie 2200 t dumblo. Didžioji dumblo dalis 1540 t šalinama miške, o likusi 660 t dalis vežama į po stogu įrengtą dumblo saugojimo aikštelę. Kadangi dumblas priskiriamas atliekai, jis turi būti tvarkomas vadovaujantis tokiais prioritetais kaip: prevencija, mažinimas, pakartotinis panaudojimas, panaudojimas energijai gaminti ir galutinis šalinimas dumblo aikštelėse.

2. Analizuojant Lietuvos ir ES teisės aktus buvo pastebėta, kad Lietuva deda nemažai pastangų ir siekia, kad nuotekų surenkamų nuotekų išvalymas ir geriamojo vandens kokybės atitiktis saugos ir kokybės reikalavimams siektų 100 %. Iškeltiems tikslams įgyvendinti padeda Sanglaudos skatinimo veiksmų programos projektams skiriamas finansavimas.
3. Įvertinant aplinkosauginę įmonės būklę buvo atlikta: vandens, dumblo, transportavimo, elektros suvartojimo apžvalga. Nustatyta, kad dumblas pagal sunkiųjų metalų koncentracijas atitinka leistinas ribines vertes. Dumblas priskiriamas A klasei ir I, II dumblo kategorijai.
4. Nuotekų dumblo panaudojimo galimybėms iširti buvo pasiūlyti trys dumblo tvarkymo scenarijai:
 - Anaerobinis pūdymas ir ūkio paskirties žemės tręšimas;
 - Uždaras kompostavimas su žemės tręšimu;
 - Atviras kompostavimas su žemės tręšimu.

5. Įvertinus anaerobinio pūdyimo su ūkio paskirties žemės tręšimu scenarijų buvo nustatyta, kad šis scenarijus rūgštinimo potenciale $0,2 \text{ kg/SO}_2$, ozono sluoksnio kitime $-8,2 \text{ E-07kg/R11}$, CO_2 potenciale $1014,95 \text{ kg /CO}_2$ ir toksiškumui žmonėms $2,59\text{kg/ DCB}$ turi pranašumą lyginant su kitais scenarijais. Anaerobinio pūdyimo procesas labiausiai įtakoja eutrofikacijos rodiklius ir sudaro didžiausia $1,54 \text{ kg/PO}_4$ reikšmę. Inovacijos įdiegimas leistų net $-1042,57 \text{ kg/CO}_2$ sumažinti CO_2 išmetimus, nes dalis iš biodujų pasigamintos elektros energijos būtų panaudotos nuotekų tvarkyme. Šios alternatyvos pagrindinis minusas tai investicijos ir eksploatacijos kaštai, kurie sudaro ($199,69 \text{ € /t}$) dumblo.

6. Atlikus uždaro kompostavimo su žemės tręšimu poveikio vertinimą buvo nustatyta, kad įmonei reikės įsigyti 7 kontenerius dumbliui su ŽA kompostuoti. Palyginus CaLC programa gautus poveikio aplinkai rodiklius uždaras kompostavimas neišsiskiria iš kitų scenarijų geresniais rodikliais. Galima įvardinti tik mažesnes už atvirą kompostavimą CO₂ poveikio, rūgštėjimo, ozono sluoksnio nykimo ir poveikio žmogui reikšmes. Scenarijaus privalumas tas, kad yra kontroliuojamos išlankos į aplinkos orą. Šis scenarijus dėl didelių finansinių kaštų, kurie siekia 251€ t/dumblo, nėra pats tinkamiausias esamai nuotekų valyklai.
7. Atlikus atviro kompostavimo palyginimus su anaerobiniu ir uždaru kompostavimu, gautas vienas mažesnis poveikio aplinkai rodiklis: eutrofikacijos 0,00981 kg/PO₄. Vertinant iš ekonominės pusės šis scenarijus reikalauja mažiausiai išlaidų ir jo eksploataciniai įrangos kaštai sudaro 115,27 €/t dumblo.
8. Įvertinus esamos situacijos rezultatus su dumblo tvarkymo alternatyvomis nustatyta, kad poveikis aplinkai visuose rodikliuose yra panašus, todėl dumblo panaudojimo galimybių pokyčiai neturės didelės įtakos aplinkos būklei. Dabartinėje situacijoje didžiausia reikšmė gauta toksiškumo srityje, sudaranti 3,215 kg/DBC.
9. Remiantis būvio ciklo požiūriu, darnaus vystymosi principais ir atsižvelgus į aplinkosauginius ir ekonominius aspektus, tyrimo rezultatus, galima teigti, kad tinkamiausi nuotekų valyklai yra atviro kompostavimo ir anaerobinio pūdymo scenarijai. Abu scenarijai nuotekų dumblą paverčia žaliava, kuri naudojama tolimesniuose etapuose. Nors anaerobinis dumblo pūdymas reikalauja didelių tvarkymo kaštų, tačiau biodujų gamyba iš dumblo leidžia perpus sumažinti CO₂ taršą. Atviras kompostavimas įmonėje būtų nesunkiai pritaikomas ir nereikalaujantis didelių investicijų į įrangą.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

- ADOMAITYTĖ, Inga ir Stefanija MISEVIČIENĖ. Vandentvarka: mokomoji knyga. Kaunas: Aleksandro Stulginskio universitetas, 2012. ISBN 978-609-449-039-2
- AHMAD T, et al. Journal of Cleaner Production: Sustainable management of water treatment sludge through concept [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016 m. Kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965261600250X>
- Baltrėnas P, Butkus D, Oškinius V, Vasarevičius S, Zigmontienė A. Aplinkos apsauga. Vadovėlis. Vilnius, 2008.
- BUDRYS R. Bioskaidžių atliekų šalinimas ir perdėbimas [interaktyvus]. Vilnius 2006. [žiūrėta 2016 m. Balandžio 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://www3.lrs.lt/exweb/AAK/eic20060426/ppt/Budrys.ppt>
- BURBIENĖ S. Komunalinių biologiškai skaidžių atliekų tvarkymo sistemos valdymo vertinimas Lietuvoje [interaktyvus]. 2012. -62p [žiūrėta 2016 m. Kovo 14 d.]. Prieiga per internetą: http://vddb.library.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2012~D_20120703_145654
- CRAWFORD, R. Life Cycle [interaktyvus]. 2011 [žiūrėta 2016 m. Kovo 25 d.]. Prieiga per internetą: https://books.google.lt/books?hl=en&lr=&id=ZHYvwCEy8k8C&oi=fnd&pg=PR3&ots=5UkqNpZcdk&sig=18cQ5juvbipop85S312177th-9E&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- HALL, Jeremy. Technology and innovative options related to sludge management: Ecological and economical balance for sludge management options [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016 m. Kovo 10 d.]. Prieiga per internetą: <http://ec.europa.eu/environment/archives/waste/sludge/pdf/workshoppart4.pdf>
- KHALIL, R. Understanding the Application of life Cycle Assessment (LCA) to Analyse Bio plastics. [interaktyvus] 2015. [žiūrėta 2016 m. Kovo 24 d.]. Prieiga per internetą: www.slideshare.net/royakhilil
- KIJO-KLECZKOWS K, et al. Fuel: Combustion of pelleted sewage sludge with reference to coal and biomass [interaktyvus]. 2016, vol. 170, p 141–160. [žiūrėta 2016 m. Kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001623611501279X>
- KLIOPOVA, I ir MAKARSKIENĖ K. Generation of Solid Recovered Fuel from the Separate Fraction of Pre-composted Materials (Sewage Sludge and Biomass Residues)[interaktyvus]. 2013, vol 64, Prieiga per internetą: <http://www.irem.ktu.lt/index.php/irem/article/view/4142>. ISSN: 2029-2139.
- KRIPAITIENĖ, Violeta. Dumblo panaudojimo galimybės Klaipėdos apskrityje. ASU. [interaktyvus] 2010 [žiūrėta 2016 m. Kovo 18d.]. Prieiga per internetą: http://vddb.laba.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2010~D_20100616_090406-79683/DS.005.0.01.ETD
- LENKAITYTĖ A. Nuotekų valymo įrenginių vertinimas darnaus vystymosi kontekste. Magistrinis darbas. Kaunas 2013.
- M. R. GHAZY, T. DOCKHORN ir N. DICHTL. Economic and environmental assessment of sewage sludge treatment processes application in Egypt [interaktyvus] 2011. [žiūrėta 2016 m. Kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://iwtc.info/wp-content/uploads/2011/07/G31.pdf>

NYSSONEN V. Sewage sludge treatment [interaktyvus].2015 [žiūrėta 2016 m. Kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/89258/Ville_Nyssonen.pdf?sequence=1

QIAN Lili, et al. Water Research: Treatment of municipal sewage sludge in supercritical water: A review. 2016, vol. 89, p. 118–131. [žiūrėta 2016 m. Kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135415303730>

RUTKOVIEŅĖ M, SABIENĖ N. Aplinkos tarša. Mokomoji knyga [interaktyvus]. Kaunas 2008. [žiūrėta 2016 m. Kovo 23 d.]. Prieiga per internetą: <http://dspace.lzuu.lt/bitstream/1/548/1/Aplinkos%20tarsa>.

SRUOGYS A., JASKELEVIČIUS B. Atliekos ir jų tvarkymas. Mokomoji knyga. Vilnius, 2000: Technika.

STAUGAITIS G. Ilgamečiai agrocheminių savybių stebėjimo tyrimai .Ataskaita [interaktyvus]. Kaunas 2014. [žiūrėta 2016 m. Vasario 20 d.]. Prieiga per internetą: http://agrolab.lt/wp-content/uploads/2015/01/Ataskaita_2014.pdf

ŠULGA V. Kaip tvarkysime likutinį nuotekų dumblą. Vandentvarka. Vilnius, 2005, no. 20, p. 10-11.

VARŽINSKAS V, USELYTĖ R. Gaminių ekologinio projektavimo vadovas. Kaunas, Technologija, 2006. – 144 p. ISBN 9955-25-030-5.

ZUOKAITĖ E. Nuotekų dumblo tvarkymas ir kvapų mažinimo problema. Aplinkos apsaugos inžinerija. Vilnius: VGTU leidykla, 2008, p. 542-552.

VAISIŪNAITĖ I. Dirvų tręšimui naudojamo nuotekų dumblo poveikio aplinkai vertinimas taikant aukštesniųjų augalų ir gyvūnų biotestus. Magistro baigiamasis darbas. [interaktyvus]. Kaunas 2011 žiūrėta 2016 m. Gegužės 20 d.]. Prieiga per internetą: http://vddb.laba.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2011~D_20110614_135045-35134/DS.005.0.01.ETD

TEISĖS AKTAI

Aplinkos apsaugos ataskaita. Visuomenės informavimas apie nuotekų ir dumblo tvarkymą pagal 1991 m. gegužės 21 d.. Lietuva, 2014. [žiūrėta 2016 m. Kovo 10 d.]. Prieiga per internetą: <http://vanduo.gamta.lt/files/2014%20visuomenes%20informavimo%20ataskaita1428564392062.pdf>

Direktyva (86/278/EEB) dėl aplinkos, ypač dirvožemio, apsaugos naudojant žemės ūkyje nuotekų dumblą. [žiūrėta 2016 m. Kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX%3A31986L0278>

European Union. Komisijos ataskaita dėl 2007-2009 metų direktyvų įgyvendinimo.[interaktyvus] 2013 [žiūrėta 2016 m. Kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX%3A52013DC0006>

Europos parlamento ir tarybos direktyva 2000/60/EB. [interaktyvus]. [žiūrėta 2016 m. Kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.am.lt/VI/files/0.325904001228308909.pdf>

Tarybos direktyva 91/271/EEB dėl miesto nuotekų valymo. [interaktyvus]. [žiūrėta 2016 m. Kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=URISERV%3A128008>

Lietuvos Respublikos geriamojo vandens tiekimo ir nuotekų tvarkymo įstatymo Nr. X-764 pakeitimo įstatymas. [interaktyvus]. [žiūrėta 2016 m. Kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/7d4c6120f62411e39cfacd978b6fd9bb>

LR nutarimas dėl strateginių veiklos planų.2009. [žiūrėta 2016 m. Kovo 22 d.]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.292FAEBCC11F>

Septintoji Miesto nuotekų valymo direktyvos (91/271/EEB) įgyvendinimo ataskaita. [interaktyvus] 2013. [žiūrėta 2016 m. Kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2013/LT/1-2013-574-LT-F1-1.Pdf>

Tarybos direktyva (91/676/EEB) dėl vandenų apsaugos nuo taršos nitratais iš žemės ūkio šaltinių. [žiūrėta 2016 m. Kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0676&from=en>

Tarybos direktyva 1999/31/EB dėl atliekų sąvartynų. [interaktyvus]. [žiūrėta 2016 m. Kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/HTML/?uri=CELEX:31999L0031&from=EN>

Tarybos direktyva dėl aplinkos, ypač dirvožemio, apsaugos naudojant žemės ūkyje nuotekų dumblą 86/278/EEB.1986. [interaktyvus] [žiūrėta 2016 m. Kovo 23 d.]. Prieiga per internetą: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX%3A31986L0278>

Nuotekų dumblo naudojimo tręšimui reikalavimai LAND 20-2005. [interaktyvus] [žiūrėta 2016 m. Kovo 15d.]. Prieiga per internetą: http://www3.lrs.lt/pls/inter2/dokpaieska.showdoc_1?p_id=266956

KITA LITERATŪRA

Anotacija. GPGB atliekų apdorojimui [interaktyvus]. 2010 [žiūrėta 2016 m. Gegužės 7 d.]. Prieiga per internetą: <http://gamta.lt/cms/index?rubricId=70160852-bcfc-4e18-881e-01868bf61adb>

Anotacija. Nuotekų ir dujinių atliekų valymas [interaktyvus]. 2012 [žiūrėta 2016 m. Gegužės 7 d.]. Prieiga per internetą: [http://193.219.133.6/aaa/Anotacijos%20\(LT\)/nuoteku%20ir%20duju%20valymui](http://193.219.133.6/aaa/Anotacijos%20(LT)/nuoteku%20ir%20duju%20valymui)

Apie įmonę. Jurbarkas [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2016 m. Balandžio 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.jurbarkovandenys.lt/>

Aplinkosaugos vadybos sistemos [interaktyvus].2010 [žiūrėta 2016 m. Balandžio 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://gamta.lt/cms/index?rubricId=e542f7dd-e094-4f79-883b-bcc1ea8d5a0c>

Atliekų tvarkymas [interaktyvus].2013 [žiūrėta 2016 m. Kovo 11 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.kaunorac.lt/lt/gyventojams/atlieku-tvarkymas>

Bioskaidžių atliekų šalinimas ir perdirbimas [interaktyvus].2014 [žiūrėta 2016 m. Balandžio 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://mef.asu.lt/wp-content/uploads/sites/5/2014/12/12>

Comparison Of Best Life Cycle Assessment Software [interaktyvus].2015 [žiūrėta 2016 m. Kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.linkcycle.com/comparison-of-best-life-cycle-assessment-software/>

Impact assessment: regions A policy framework for climate and energy in the period from 2020 up to 2030 [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2016 m. Kovo 11 d.]. Prieiga per internetą: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52014SC0015>

Investicinė programa dumblo tvarkymui Lietuvoje. Galimybių studija. Lietuva, 2006. [žiūrėta 2016 m. Kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: http://www.taurage.lt/taurage/m/m_files/wfiles/file507.pdf

Nuotekų tipai ir sudėtis. Bendra informacija apie nuotekų tipus ir sudėtį [interaktyvus] [žiūrėta 2016 m. Kovo 22 d.]. Prieiga per internetą: <http://feliksnavis.lt/lt/naudinga-info/nuoteku-tipai-ir-sudetis.htm>

Pagrindinių Europos Sąjungos atliekų tvarkymo tikslų peržiūra [interaktyvus]. 2013 [žiūrėta 2016 m. Kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: https://webapi.cor.europa.eu/documentsanonymous/CDR1617-2013_00_00_TRA_PAC_LT.doc

Priemonės „Vandens tiekimo ir nuotekų tvarkymo sistemų renovavimas ir plėtra“ einamasis vertinimas[interaktyvus]. Vilnius, 2012. [žiūrėta 2016 m. Kovo 23 d.]. Prieiga per internetą: http://www.esparama.lt/es_parama_pletra/failai/fm/failai/Vertinimas_ESSP_Neringos/Ataskaitos_2010MVP/AM_Vandentvarkos_vertinimo_ataskaita.pdf

Projektas. Jurbarko miesto nuotekų valyklos rekonstrukcija, įdiegiant naują technologinę įrangą nuotekų biologinio valymo ir dumblo tvarkymo grandyse. Jurbarkas, 2007. Sprendimas dėl Kalvarijos savivaldybės 2009-2018 metų atliekų tvarkymo plano [interaktyvus].2009. [žiūrėta 2016 m. Kovo 16 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.infolex.lt/kalvarija/Default.aspx?Id=3&DocId=1467>

PRIEDŲ SĄRAŠAS

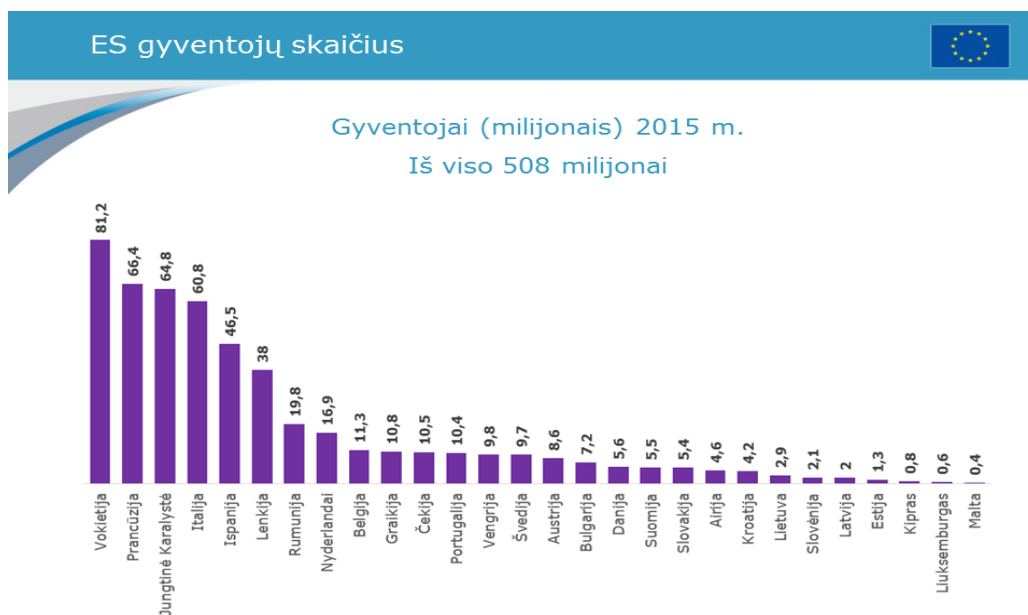
I PRIEDAS

Lentelė. Sunkiųjų metalų ribinės vertės (Europos Tarybos direktyva 86/278/EEC).

Parametrai	Ribines vertes (mg/kg saus. medž.)
Cd	20 - 40
Cu	1,000 – 1,7500
g	16 - 25
Ni	300 - 400
Pb	7500 – 1,200
Zn	2500 – 4,000

II PRIEDAS

ES gyventojų skaičius



III PRIEDAS

Techniniai duomenys

Mechaninių tankintuvų efektyvumo parametrai ir vidutinės polimerų sąnaudos:

	Polimerų sąnaudos, kg aktyvios medžiagos vienai tonai dumblo SM	SM koncentracija sutankintame dumble, %
Pirminis dumblas	1-3	7-10
Perteklinis dumblas	3-6	4-7

Elektros energijos sąnaudos, naudojant mechaninio tankinimo metodą yra apie 50 kWh vienai tonai dumblo sausos medžiagos.

Tipiniai pūdytuvų apkrovos ir efektyvumo parametrai

Parametras	Tipinė reikšmė
Išbuvimo trukmė, d.	15-18
Lakiųjų medžiagų apkrova, kgLM/m ³ /d.	0,8-1,6
Kietųjų medžiagų apkrova, kgSM/m ³ /d.	1,0-2,0
Proceso temperatūra, °C	30-37
pH	6,6-7,5
Paduodamo dumblo sausumas, %SM	3-8
Bendras kietos medžiagos suskaidymas, % nuo paduoto kiekio	30-35
Paduodamo dumblo lakiosios frakcijos dalis, % nuo paduoto kietos medžiagos kiekio	70-80
Lakiosios frakcijos suskaidymas, % nuo paduoto lakiosios dalies kiekio	40-50
Dujų išėiga, m ³ /kg suskaidytos lakiosios frakcijos	0,8-1,2

IV.PRIEDAS

Lentelė. Į gamtinę aplinką išleidžiamose buitinėse/komunalinėse nuotekose normuojami/kontroliuojami parametrai (nuotekų tvarkymo reglamentas 2006).

Agglomeracijos dydis	Laboratorinės kontrolės parametrai/kontrolės dažnis ^{3,4}	Normuojami parametrai	Nustatomos leistinos koncentracijos tipas
iki 5 m ³ /d	BDS/0, skendinčiosios medžiagos/0	BDS	Momentinė ir vidutinė metinė
nuo 5 m ³ /d iki 2000 GE	BDS/2, skendinčiosios medžiagos/2	BDS	Momentinė arba paros ir vidutinė metinė
	bendras azotas/4, bendras fosforas ¹ /4	bendras azotas, bendras fosforas ¹	Vidutinė metinė
2000 GE – 10000GE	pH/4		
	BDS/6, skendinčiosios medžiagos/6	BDS	Vidutinio paros mėginio ir vidutinė metinė ²
	/6	ChDS	Vidutinio paros mėginio
	bendras azotas/4, bendras fosforas/4	bendras azotas ¹ , bendras fosforas ¹	Vidutinė metinė