



1918

**TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL**  
**TARTU KOLLEDŽ**

Maastikuarhitektuuri õppetool

**TÖÖDELDUD REOVEESETTE KASUTAMINE  
JA PERSPEKTIIVID EESTI MAASTIKUEHITUSE  
VALDKONDADES**

**THE USE AND PERSPECTIVES OF TREATED SEWAGE SLUDGE  
IN ESTONIAN LANDSCAPE ENGINEERING**

Magistritöö  
maastikudisaini erialal

Üliõpilane: **Merilin Tooming**

Juhendaja: **Egge Haiba, MSc**

Tartu, 2016

## Autorideklaratsioon

Olen magistritöö kirjutanud iseseisvalt. Kõigile töös kasutatud teiste autorite töödele, põhimõtteliste seisukohtadele ning muudest kirjandusallikatest pärinevatele andmetele on viidatud.

..... (töö autori allkiri ja kuupäev)

Üliõpilase kood: 110498EAKI

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele

..... (juhendaja allkiri ja kuupäev)

Kaitsmisele lubatud: ..... (kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees: ..... (allkiri)

## ABSTRACT

The present paper *The use and perspectives of treated sewage sludge in Estonian landscape engineering* was written by Merilin Tooming under the supervision of Ms Egge Haiba to pursue M.Sc. degree in environmental engineering. The master thesis consists of 58 pages of text, 3 figures, 7 tables, 148 references and 4 appendixes. The paper has been written in Estonian and was composed in Tartu 2016.

The amount of sewage sludge is constantly growing due to the increase of the population and the urbanization and therefore the reuse of it has become a crucial environmental matter in the entire world. Reusing sewage sludge for improving the quality and avoiding degrading of the soil is an economic solution for disposal of the sludge. In a global scale there are numerous individual researches about sewage sludge compost and plant species but there has been no integrated research about different uses of compost. Although there has been several studies about sewage sludge and its compost quality and quantity in Estonia, they all have been focusing on the problems of water enterprises. Landscape engineering enterprises as a potential users approach to use of compost have been left ulterior.

This thesis is the first study in Estonia that focuses on the companies in landscape engineering and planning field who might be the potential users of sewage sludge and its compost. The questionnaire covered 100 companies and the selection is formed by those 54% of them who filled the questionnaire. The results of the world wide experiences and the test run in Estonia for effective use of compost in planting of greenery in landscape engineering has been examined.

The main aim of the current work is to increase the treated sewage sludge reuse in companies involved foremost in landscape engineering, providing different solutions for reuse of treated sewage sludge in landscaping projects to decrease the excess sludge in water enterprises.

Master's thesis assignments were:

- to examine the scope of the reuse of sewage sludge and its compost in Estonia in general and more specifically in different areas of landscape engineering;

- to examine the knowledge of landscape engineering companies about use of sewage sludge or it's compost;
- to provide solutions of reuse and application modes of treated sewage sludge and it's compost in landscaping projects in Estonia.

The results showed that 59% of landscape engineering companies have used treated sewage sludge and it's compost. 78% of the companies were aware that treated sewage sludge and it's compost can be successfully used in different areas of landscape engineering. The results of the study showed that people are not sufficiently aware of the options and areas of compost usage in landscaping, and also that media has created a negative image for reusage of sewage sludge.

According to the studies several experiments in Estonia and in the world have shown that using the sewage sludge and it's compost on green areas has a significant effect on the growth of the plants and on the quality of the soil. As a conclusion the sewage sludge compost use can be claimed sustainable and environmentally friendly. However, it is crucial to regulate the use of it with more precise legislation. Landscape engineers and users should acknowledge better the safety of the application of the sludge and the compost and as well as about the possibilities to apply it in greenery.

**Keywords:** landscape engineering, sewage sludge, sludge application, sludge landscaping, soil amendment.

# SISUKORD

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ABSTRACT .....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>MÕISTED JA LÜHENDID .....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>SISSEJUHATUS.....</b>   | <b>8</b>  |
| <b>1 KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....</b>  | <b>10</b> |
| 1.1 Maastikuehitus .....   | 10        |
| 1.1.1 Maastikuehituse valdkonnad .....   | 11        |
| 1.1.2 Maastikuehituses kasutatavad pinnase- ja kattematerjalid .....                               | 12        |
| 1.1.3 Mõju keskkonnale .....   | 13        |
| 1.2 Reoveesete .....   | 15        |
| 1.2.1 Reoveesete käitlemise ja kasutamisega seotud nõuded.....                                     | 16        |
| 1.2.2 Reoveesete teke ja kogused .....   | 18        |
| 1.2.3 Reoveesete kasutamine.....   | 19        |
| 1.2.4 Mõju keskkonnale .....   | 22        |
| 1.2.5 Reoveesete kasutamise kogemused maastikuehituse valdkonnas – Eesti ja maailma praktika ..... | 24        |
| <b>2 PROBLEEMI OLEMUS, UURIMISTÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED.....</b>                                    | <b>30</b> |
| 2.1 Probleemi olemus .....   | 30        |
| 2.2 Uurimistöö eesmärk ja ülesanded .....  | 31        |
| <b>3 MATERJAL JA METOODIKA .....</b>   | <b>33</b> |
| 3.1 Uuritavate ettevõtete määramine .....  | 33        |
| 3.2 Küsitluse läbiviimine .....  | 33        |
| 3.3 Andmete kogumine ja töötlemine.....  | 33        |
| <b>4 TULEMUSED.....</b>  | <b>34</b> |
| <b>5 ARUTELU.....</b>  | <b>39</b> |
| 5.1 Tulemuste analüüs ja järeldused .....  | 39        |
| 5.2 Soovitused ja ettepanekud .....  | 43        |
| <b>KOKKUVÕTE .....</b>   | <b>44</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>TÄNUSÕNAD</b> .....                               | <b>46</b> |
| <b>KASUTATUD KIRJANDUS</b> .....                     | <b>47</b> |
| <b>LISAD</b> .....                                   | <b>59</b> |
| LISA 1.Reoveesette kasutamine Eestis 2005-2013 ..... | 60        |
| LISA 2. Küsimustik.....                              | 61        |
| LISA 3. Tulemuste kokkuvõte.....                     | 64        |
| LISA 4. Vastanud ettevõtete koondandmed .....        | 71        |

## MÕISTED JA LÜHENDID

**EU-27** – Euroopa Liidu liikmesriigid (Austra, Belgia, Bulgaaria, Küpros, Tšehhi, Taani, Eesti, Soome, Prantsusmaa, Saksamaa, Kreeka, Ungari, Iirimaa, Itaalia, Läti, Leedu, Luksemburg, Malta, Holland, Poola, Portugal, Rumeenia, Slovakkia, Sloveenia, Hispaania, Rootsi, Suurbritannia) [1].

**Haljasala** – kujundatud reljeefi, veestiku ja taimestikuga ala linnas vm asulas. Haljasala kujundatakse selle looduslike ja tehnilike komponente kombineerides. Peamisteks komponentideks on rohttaimestik (sh muru ja lilled), ilupuud ja –põõsad, veekogud, pargirajatised (arhitektuurised väikevormid), inventar (funktsionaalsed tarindid) jm vajalikud rajatised (teed, trepid, piirded) [2, lk 24].

**Haljasvöönd** – park- ja sanitaarkaitsemetsad, mis asuvad linna või asula läheduses [3].

**Intensiivne katusehaljastus** – maapealse aia või pargiga sarnane ning halva põuataluvusega aed katusel, mis on käidav ning vajab pidevalt hooldamist [4, lk 12].

**KA** – kuivaine.

**Kompostimine** – reoveesette töötlemise aeroobne lagundamise protsess mikro- ja makroorganismide abil, kus protsessi soodustamiseks segatakse sete tugimaterjaliga [11, lk 19].

**Kõrghaljastus** – haljastus, mille moodustavad leht- ja okaspuud ning kõrged (üle 2,5 m) põõsad [2, lk 32].

**Madalhaljastus** – haljastus, mille moodustavad rohttaimed, poolpõõsad ning madalad ja keskmise kõrgusega (kuni 2,5 m) põõsad [2, lk 36].

**Makett** – hoone või nende rühma väliskuju jäljendav vähendatud mudel [5].

**pH** – happelisust või aluselisust iseloomustav väärtus [6].

**Puisniit** – hõredalt lehtpuude ja –põõsastega kaetud ning lagendikega vahelduv poollooduslik ja niidetav kooslus [7, lk 129].

**Roheala** – vt haljasala.

**Sooheinamaa** – niidetav liigniiske ja avatud poollooduslik rohumaa [7, lk 130].

## SISSEJUHATUS

Rahvastiku arvu ja linnastumise kasvu tõttu suureneb pidevalt reoveesette kogus [8; 9], mille taaskasutamisest on saanud oluline keskkonnaküsimus kogu maailmas [10]. Veel 50 aastat tagasi suunati tuhandetes linnades osaliselt puhastatud reovesi jõgedesse, järvedesse ja lahtedesse. Selle tulemusena said paljud veekogud väga tugevalt reostatud [8; 9].

Pinnase parandamise eesmärgil on reoveesette taaskasutamine säästlik lahendus sette koguse vähendamiseks. Keskkonnale toob kasu ka selles sisalduv orgaaniline aine ja toitained, mis parandavad mulla kvaliteeti [8; 9]. Suur osa väärtuslikust ressursist läheb kaduma, kui kogu sete ladestatakse prügimäele [11, lk 27]. 1978. aastal kasutati reoveesetet kaubanduslike väetiste asendajana maa rekultiveerimiseks söekaevanduses, et soodustada kahjustunud pinnasel roheline katte taastamist. Tulemused olid juba sellel ajal märkimisväärsed [12].

Tänapäeval kasutavad paljud riigid reoveesetet erinevatel eesmärkidel [13]. Reoveesette kasutamine põllumajanduses on Euroopas õigusaktidega reguleeritud, kuid teistes võimalikes valdkondades (haljastamine, rekultiveerimine jne) kasutamise kohta täpsed õigusaktid puuduvad [14; 15]. Sellest tulenevalt on Eestis vee-ettevõtetal raskusi käideldud reoveesette realiseerimisega [16, lk 15], kuna komposti müümine on keeruline. Inimestel on tekkinud psühholoogiline tõrge reoveesette kasutamise osas, mis on tingitud teadmatusest ja meedia negatiivsest kajastusest [11]. Lisaks ei ole piisavalt uuritud ka komposti erinevaid kasutusalasid haljastamisel [16, lk 15].

Probleeme tekitab usaldusväärse statistika puudumine tegeliku reostuskoormuse hindamisel [17, lk 14]. Ei ole täpselt teada, kui palju ning millise kuivainesisaldusega setet tekib. Teada on vaid probleemid, mis kaasnevad töödeldud reoveesette vähese kasutamisega. Võttes arvesse asjaolu, et reoveesetet tekib ühiskonna kiire arengu tõttu aastatega järjest rohkem juurde, on töödeldud reoveesetetele rakenduste leidmine olulise tähtsusega mitmete keskkonnaprobleemide vähendamiseks. Reoveesette taaskasutamine vähendab ka selle töötlemise kulusid, kui käitlemisel valmib kvaliteetne kaubanduslik produkt (kompost), mida saab müüa keskkonnale negatiivseid mõjusid põhjustamata [18].

Maailma mastaabis on reoveesette komposti ja taimeliikidega läbi viidud palju eraldiseisvaid uuringuid, kuid üldistavat tööd komposti kasutusvõimaluste leidmiseks



tehtud ei ole. Kuigi reoveesette ja selle komposti kvaliteedi ning koguste osas on ka varem Eestis läbi viidud mitmeid uuringuid, siis peamiselt on need keskendunud vee-ettevõtjatel tekkivatele probleemidele. Maastikuehituse ettevõtete kui potentsiaalsete kasutajate suhtumine komposti kasutamise osas on aga huviorbiidist välja jäetud.

Käesolev töö on esimene Eestis tehtud uurimus, kus vaatluse alla võeti 100 maastikuehituse ja -projekteerimise valdkonnaga tegelevat ettevõtet, mis võiksid olla reoveesette komposti lõpptarbijad. Ettevõtelt uuriti, kui paljud kasutavad töödeldud reoveesetet ja selle komposti maastikuehitustööde teostamisel ning kui suur on teadlikkus komposti erinevate kasutusvaldkondade osas. Samuti uuriti maailmapraktika ja Eestis tehtud katsete tulemusi efektiivseks komposti kasutamiseks maastikuehituse valdkonnas haljastamise eesmärkidel.

Küsitluse läbiviimiseks koostati maastikuehituse ja -projekteerimise ettevõtetele ankeet. Andmete kogumisel kasutati internetiallikaid, teadusartikleid, mitmesuguseid väljaandeid, raamatuid ning andmebaase. Eesmärgiks oli saada ülevaade reoveesette ja selle komposti kasutamise hetkeolukorrast ning võimalustest Eesti maastikuehituse valdkonnades. Selline uurimismetoodika võimaldas anda soovitusi ja teha ettepanekuid reoveesette komposti kasutamise suurendamiseks.

Töö esimeses osas antakse ülevaade maastikuehituse valdkonna olemusest ja selle olulisusest keskkonnale. Lisaks kirjeldatakse reoveesette ja selle komposti kasutamise mõjusid keskkonnaseisundile. Töö teises osas kirjeldatakse probleemi olemust ning antakse uurimistöö eesmärk ja ülesanded. Kolmas osa kirjeldab uurimuse läbiviimise metoodikat. Neljandas osas on esitatud uurimistöö tulemused, mille põhjal on viiendas osas tehtud järeldused ja analüüs. Viimases on välja toodud ka soovitusid ja ettepanekud reoveesette ja selle komposti kasutamise suurendamiseks.

# 1 KIRJANDUSE ÜLEVAADE

## 1.1 Maastikuehitus

Maastikuehitust tunti juba antiigi ajal. 1920. aastal leiti ühest Teeba nekropoli hauast kaks õue maketti, mis kujutasid endast osa Meket-Rē paleest. Leitud maketid on olulise väärtusega, kuna need tõestavad, et juba 4000 aastat tagasi tegeleti professionaalsel tasemel aia lahenduste väljatöötamisega [19, lk 15].

Maastikuehitus ühendab erinevaid teadusi agronoomia, botaanika, ökoloogia, metsanduse, geoloogia, geokeemia, hüdrogeoloogia ja eluslooduse valdkondadest, et kujundada inimtekkelisi maastikke. Lisaks hõlmab põllumajandus- ja aiandusteadusi, ehituse geomorfoloogiat, maastikuarhitektuuri, mullateadust ning geotehnikat [20]. Tihedat koostööd tehakse geodeetide, arhitektide, linnaplaneerijate, ehitusinseneride, keskkonnateadlaste ja hüdroloogidega [21].

Välismaises kirjanduses on maastikuehitust tõlgendatud kui matemaatika ja loodusteaduste koostööd, mis kujundab maastikku ja vee-elemente [22], samuti on see praktiline töö, mis käsitleb erinevaid maastikukujunduslikke protsesse. Maastikuehitust peetakse meeldiva, funktsionaalse ja struktuurse kooskõlaga väliruumi kujundamise lahutamatuks osaks [23]. Selle eesmärgiks on vähendada saastet, edendada keskkonna jätkusuutlikkust, kaitsta inimeste tervist ning seejuures kahjustamata ühiskonna majanduslikku elujõulisust ja efektiivsust [22].

Eestis peetakse maastikuehitust maastikuarhitektuuri üheks rakendusharuks [24]. Maastikuarhitektuur suunab maakasutust ning seob tehislikke maastikuvorme ja ehitisi loodusega, muutes hõlvatud maastikud inimesele sobivaks elukeskkonnaks [2, lk 35]. 19. sajandi keskelt pärinev kaasaegne maastikuarhitektuur on üles ehitatud muistsetele kujundustraditsioonidele nagu arhitektuuriline kujundus, aiakujundus, pargiarhitektuur, jne [25], kus inimest käsitletakse maastiku loomuliku osana [2, lk 35]. Sarnaselt maastikuarhitektuurile hõlmab maastikuehitus laiemas mõttes kogu inimtegevust, mis muudab või mõjutab maastikku iseloomu mingi tegevuse käigus. Kitsamas tähenduses defineeritakse maastikuehitust kui tegevust, mis loob meeldiva ja mugava elukeskkonna [24] ning välismaisest definitsioonist see ei erine.

Maastikuehitus on ehitaja, aedniku ja kunstniku ametite sümbioos [26], kus täidetakse täpseid etteantud juhiseid ning suhtutakse elusloodusesse austusega. Tegutseda tuleb välitingimustes ja avalikus ruumis iseseisvalt või vajadusel meeskonnas [27]. Ehitajana rajab maastikuehitaja veesilmasid, väljakuid, labürinte, terrasse, treppe ja paviljone. Aednikuna peab tundma taimemaailma murust kõrghaljastuseni. Kunstnikuna oskab kujundada nii looduslikku kui tehiskliku väliruumi [26]. Ülesannete hulka kuuluvad veel maastikuehituse objekti mahamärkimine, ettevalmistustööd ja materjali ladustamine, mullatööd, istutusala ettevalmistamine, istutamine, teede ja muru rajamine ning eelnevate tegevustega seotud hooldustööd [27].

### **1.1.1 Maastikuehituse valdkonnad**

Tänapäeval peegeldab tänavapilt maastikuehitusest ühiskonna suhtumist ja majanduslikke võimalusi [28, lk 5]. Nõukogude võimu periood oli aeg, mil haljastuse väärtustamist ei peetud tähtsaks ning lõpetati valdkonda tundvate spetsialistide koolitamine [29, lk 3].

Maastikuehitustööd kuuluvad Eestis haldus- ja abitegevusi pakkuvate teenuste valdkonda, kuhu lisaks maastike hooldusele kuulub ka hoonehaldusteenus [30]. Äriregistri andmetel seisuga 01.03.2016 on Eestis registreeritud 13 445 ettevõtet, mis tegelevad haldus- ja abitegevusi pakkuvate teenustega. Ettevõtete alla kuuluvad äriühingud, mittetulundusühingud ning sihtasutused. Võrreldes andmeid seisuga 01.03.2014, on haldus- ja abitegevusi pakkuvate ettevõtete arv 01.03.2016 seisuga suurenenud 8% võrra [31].

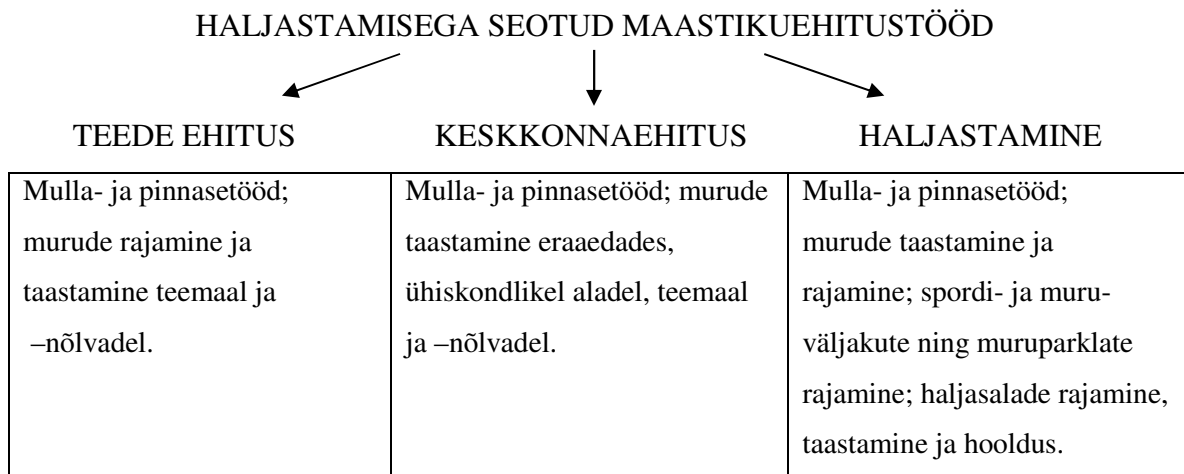
Maastikuehituse alla kuuluvad eelkõige need valdkonnad, kus realiseeritakse etteantud projektid vahetus kontaktis maastikuga. Maastikuehituse valdkonnad varieeruvad haljasalade rajamisest kuni väiksemate ehitustöödeni [24].

Maastikuehituse valdkonnad [32-34]:

- Mulla- ja pinnasetööd – pinnase planeerimine, ettevalmistus, tasandamine, kaeve- ja täitetööde teostamine.
- Teede ja platside ehitus – teede ehitus, sillutiste ja tänava- ja äärekivide paigaldus.
- Keskkonnaehitus – maa-aluste kommunikatsioonide ja torustike ehitus.

- Murupindade rajamine – murude rajamine ja taastamine eraaedades, ühiskondlikel aladel, teemaal ja -nõlvadel. Lisaks spordiväljakute, muruväljakute ja muruparklate rajamine.
- Haljasalade rajamine, taastamine ja hooldus – aiakunst, istutusalaade rajamine ja hooldus, taimmaterjalide istutamine ja hooldus, terrassiaedade, katuseaedade, konteinerhaljastuse ja haljaskatuste rajamine, parkide restaureerimine ja hooldus.
- Väikerajatiste ehitus – aiaveekogude, isteplatside, terrasside, pergolate, lehtlate, aiavalgustuse, välikaminade, müüride, aedade jms ehitus.

Käesolev magistritöö keskendub maastikuehitusobjektide haljastamisele, mis on esitatud alloleval skeemil.



### 1.1.2 Maastikuehituses kasutatavad pinnase- ja kattematerjalid

Maastikuehitustööd on erineva iseloomuga, kus kasutatakse nii looduslikke kui ka tehisklikke materjale. Looduslikud materjalid on spontaanselt tekkivad, püsivad ja isearenevad. Seevastu tehisklikke materjale toodetakse looduslike materjalide transformeerimise teel, mille teke ilma inimtegevuseta on võimatu [35]. Need on sünteetilised ning parimate omaduste saavutamiseks kombineeritud teiste materjalidega [36]. Tehisklikul materjalil puudub isetaastumisvõime, see on ebastabiilne ning saab püsida ainult jätkuva inimtegevuse toel [35]. Maastikuehituses kasutatavad looduslikud materjalid koos märkustega on esitatud tabelis 1.1 ning tehisklikud materjalid koos märkustega tabelis 1.2.

**Tabel 1.1.** Looduslikud materjalid

| <b>Looduslikud</b> | <b>Märkused</b>   |
|--------------------|---|
| Liiv               | Tasandus <sup>[37]</sup> - ja täitematerjal <sup>[38]</sup> , kujunduselement <sup>[39]</sup>             |
| Kruus              | Dreeniv kiht, kombineeritult liivaga sillutise aluspõhi <sup>[37]</sup> , kujunduselement <sup>[39]</sup> |
| Savi               | Niiske kliima suhtes tundlik, valmistatakse ehitustooteid <sup>[37]</sup>                                 |
| Killustik          | Alus- ja täitematerjal <sup>[38]</sup> , pinnamaterjal, kujunduselement <sup>[37]</sup>                   |
| Looduskivi         | Kujunduselement <sup>[37]</sup>   |
| Turvas             | Komposti koostisosa, kasvustimulaator, mullastruktuuri parandaja <sup>[40]</sup>                          |
| Muld               | Taimede kasvukeskkond, oluline osa mullaviljakusel <sup>[41, lk 4-5]</sup>                                |
| Looduslik multš    | Lagunev mulla pinna ja peenarde kattmaterjal, dekoratiivhaljastus <sup>[41, lk 90]</sup>                  |

**Tabel 1.2.** Tehislikud materjalid

| <b>Tehislikud</b>     | <b>Märkused</b>  |
|-----------------------|--|
| Betoon                | Välikonstruktsioonide valamine <sup>[42]</sup>                                       |
| Kergkruus             | Nõrkade pinnaste teede mulletes, pinnase isoleerimine, multš <sup>[37]</sup>         |
| Tehismultš            | Mittelagunev mulla pinna ja peenarde kattmaterjal, dekoratiivelement <sup>[41]</sup> |
| Reoveesete ja kompost | Haljastusmuld <sup>[43]</sup>  |

### 1.1.3 Mõju keskkonnale

Keskkond hõlmab kogu maailmaruumi koos kõigi sinna juurde kuuluvate ja mõjutavate osadega [44]. Milliseks keskkond täpsemalt kujuneb, sõltub inimeste suhtumisest, geograafilisest piirkonnast, kultuurist, turvalisusest ja paljudest teistest teguritest [44; 45]. Inimese pilgu läbi on keskkond teda vahetult ümbritsev ruum, millest sõltuvad tema emotsioonid, tunded ja käitumine. Inimene vajab keskkonda enese väljendamiseks, arenguks ning toimetulekuks [45].

Maastikuehituse tähtsus keskkonna jaoks peitub eelkõige ühiskonna huve silmas pidades [46]. Inimtegevuse tagajärjel keskkonnale avalduv negatiivne mõju on eriti märgatavaks muutunud viimasel sajandil [47; 48]. Õhusaaste ja osoonikihi kahanemine [49], pinnase ja vee saastumine, bioloogilise mitmekesisuse vähenemine jne on olulised keskkonnaprobleemid, mis on põhjustatud inimtegevusest ning mille pikaajalise toime tagajärjel halveneb keskkonnaseisundi kõrval ka inimeste elukvaliteet [50] ning ühiskonna tervislik seisund [51]. Maastikuehituse väärtustamisega vähendatakse keskkonna

haavatavust ning suurendatakse selle taastumisvõimet [52], sealhulgas inimeste füüsilist ja vaimset heaolu [51].

Nõukogude perioodi mõjutused muutsid Eesti traditsioonilist maastikupilti, sealhulgas maastikust väga ei hoolitud [53]. Põllumajanduses ja loomakasvatases toimus intensiivne maaharimine ning viidi läbi maaparandustöid väärtusliku maa kuivendamiseks. Tootlikkuse suurendamiseks kuivendati ka sooheinamaid ja puisniite [7, lk 29-30]. Maa ammendumisel ei toimunud selle kultiveerimist ning suured maa-alad jäeti tühjalt seisma, et need kattuks iseeneslikult metsaga [54]. Taolise maakasutuse tulemusel koormati pinnast liigselt ning muudeti toitainetevaeseks. Taimede kasvamaminek sellisel pinnasel on aga võimatu [55].

Paljude Euroopa piirkondade omavalitsuste esindajad, kes peavad tagama valitsetava piirkonna elanikele kvaliteetse elukeskkonna, hakkasid tähelepanu pöörama maastiku kui elukeskkonna kvaliteedi langusele. Süvenev mure maastike kvaliteedi pärast viis Euroopa maastikukonventsiooni tekkimise arenguni [56] ning dokument avati allkirjastamiseks aastal 2000 [57].

Maastikukonventsiooni eesmärgiks on väärtustada ja hoida maastikku, et edendada selle kaitset, haldust ja planeerimist ning korraldada Euroopa maastike teemalist koostööd [58]. Konventsiooni kohaldatakse osalisriikide kogu territooriumile ning see hõlmab looduslikke, maapiirkondade, linnapiirkondade ja linnalähedasi alasid [59].

2013 aasta seisuga on maastikukonventsiooniga ühinenud 40 riiki: Andorra, Armeenia, Aserbaidžaan, Belgia, Bosnia ja Hertsegoviina, Bulgaaria, Gruusia, Hispaania, Holland, Horvaatia, Iirimaa, Itaalia, Kreeka, Küpros, Läti, Leedu, Luksemburg, Makedoonia vabariik, Moldova, Montenegro, Norra, Poola, Portugal, Prantsusmaa, Rootsi, Rumeenia, San Marino, Serbia, Slovakkia, Sloveenia, Soome, Suurbritannia, Šveits, Taani, Tšehhi, Türgi, Ukrainina, Ungari, island ning Malta [57]. Eesti ei ole veel konventsiooniga liitunud, kuna maastikukaitset on seni korraldatud kaitsealade määramisega [57; 60].

Maastikuehitus avaldab keskkonnale positiivset mõju. Rohealade loomisel vähendatakse süsinikdioksiidi sisaldust atmosfääris. Taimed kasutavad kasvuhoonegaasi fotosünteesi protsessis, mille käigus vabaneb inimesele (ja loomadele) elulise tähtsusega gaas – hapnik. Lisaks käituvad taimed kui looduslikud filtrid, puhastades õhust tolmuosakesi ning

pinnavett. Taimede veenõudlus vähendab üleujutuse ohtu, sajuvete ärajuhtimise vajadust ja parendab drenaaži pinnases. Taimed on olulise tähtsusega pinnase kinnihoidmisel, aeglustades tugevate sajuvete voolamist, mis nende puudumisel tekitaksid erosiooni. Samuti kõrg- ja madalhaljastus pakub varjude efekti, hoiab niiskust ning summutab müra [61].

Taimed kasvavad üldjuhul kõige paremini loodusliku kasvukoha mullas ning rohealade loomisel tuleb arvestada nende kasvunõudeid [41, lk 4-5]. Esmalt vajavad taimed õhku, vett ja soojust, teisalt valgust, süsihappegaasi ning toitaineid. Taimede juured osalevad õhuvahetuses, mistõttu on oluline piisava õhu olemasolu taimede kasvupinnases. Vee sisaldus ei tohi tekitada pinnase liigniiskust, kuid see peab olema piisav, et tagada taimede veevajadus [62]. Taimetoitainetest on vajalikud peamiselt lämmastik (N), fosfor (P) ja kaalium (K). Sekundaarsed olulised toitained on kaltsium (Ca), magneesium (Mg) ja väävel (S). Väga väikestes kogustes kasutavad taimed mikrotoitaineid nagu rauda (Fe), mangaani (Mn), tsinki (Zn), vaske (Cu), boori (B) ja molübdeeni (Mo) [63].

Võttes arvesse kasvunõudeid, määrab taimede kasvuefektiivsuse nende kasvupinnase kvaliteet, mille mõjutajaks on orgaanilise aine ehk huumuse sisaldus. See määrab mullaviljakuse ning keemilised, bioloogilised ja füüsikalised omadused [64]. Lisaks pinnase pH, mis mõjutab taimede kasvu tegureid nagu mullabakterite elutegevust, toitainete andmist ja kättesaadavust mullast, toksilisi aineid ja mulla struktuuri [65]. Pinnase liighappelisus on suurimaks taimekasvu pidurdajaks, kuna see vähendab taimede võimet omastada eluks vajalikke aineid [66]. Enamikele taimedele ja nende kasvu teguritele kõige optimaalsem pH vahemik pinnases on 5,5-7,0 [65].

Rohestruktuuri loomisel inimeste elukvaliteedi parandamiseks peab arvestama asjaoluga, et taimed vajavad kasvuks pidevalt toitaineid ning huumuserikast pinnast. Kvaliteetsema kasvu ja hea visuaalse nälganägemise tagamiseks tuleb pinnase omadusi tihti parandada. Pinnase omaduste parandamise võimaluseks on kasutada reoveeset ja selle komposti.

## **1.2 Reoveesete**

Veeseaduse tähenduses on reoveesete reoveest füüsikaliste, bioloogiliste või keemiliste meetoditega eraldatud suspensioon [67]. Jäätmeseaduse kohaselt on reoveesete reovee puhastamise tulemusena tekkinud jääde, mida peab käitlema vastavalt kehtivatele

õigusaktidele [68]. Keskkonnaministri määruse „Reoveesete põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutamise nõuded<sup>1</sup>“ mõistes on reoveesete valdavalt biolagunevast materjalist koosnev tavajääde [69].

Reoveesete sisaldab tihti soovimatuid ja ohtlikke ühendeid nagu raskemetalle, orgaanilisi saasteaineid ja patogeene [70]. Sete on väga veerikas (koosneb rohkem kui 80% veest) [71], annab seda halvasti välja, haiseb, sisaldab kergestilagunevat orgaanilist ainet [72, lk 176] ning hulgaliselt baktereid, mis võivad põhjustada infektsiooni nii inimestel kui ka loomadel. Patogeenid suudavad osutada tugevat vastupanu mitmesugustele keskkonnamuutustele, sealhulgas ka reoveesete töötlemise protsessidele [73-75].

Orgaanilise aine töötlemistõhususe alusel jaguneb reoveesete töödeldud ja töötlemata setteks. Töödeldud settes sisalduv orgaaniline aine on stabiliseeritud ehk muudetud ohutuks pinna- ja põhjaveele, mullale, taimedele, loomadele ja inimese tervisele. Töötlemata sette puhul on vähendatud vaid veesisaldust või lisatud tugimaterjale. Sellist setet ei segata regulaarselt või tugimaterjali ja sette segu ei ole vähemalt kuus päeva säilinud temperatuuril üle 60°C [69; 76].

### **1.2.1 Reoveesete käitlemise ja kasutamisega seotud nõuded**

Reoveesete käitlemine peab tagama, et töödeldud sette taaskasutamisel pinnase kvaliteeti ei kahjustataks, kuna sete sisaldab ühteaegu nii orgaanilisi toitaineid kui saasteaineid, nagu raskemetallid, lagunematud orgaanilised ühendid ning patogeenid. Seetõttu on reoveesete käitlemine ja kasutamine reguleeritud õigusaktidega [11, lk 8].

Reoveesete käitlemist ja selles sisalduvate ainete piirmäära reguleerivad järgmised Euroopa Nõukogu õigusaktid:

- Nõukogu direktiiv 1986/278/EÜ;
- Neljas töödokument Working Document on Sludge and Biowaste direktiivi 1986/278 muutmiseks.

Eestis reguleeritakse reoveesete käitlemist järgmiste õigusaktidega:

- Keskkonnaministri määrus nr 78 „Reoveesete põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutamise nõuded<sup>1</sup>“. Baseerub Euroopa Nõukogu direktiivil 1986/278/EÜ;



- Veeseadus;
- Jäätmeseadus.

Eestis reguleerib töödeldud rooveesette kasutamist Keskkonnaministri määrus nr 78 „Rooveesette põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutamise nõuded<sup>14</sup>“ ning Euroopa Liidu poliitikas Euroopa Nõukogu direktiiv 86/278/EMÜ. Kuigi Keskkonnaministri määrus nr 78 baseerub direktiivil 86/278/EMÜ [78, lk 17], on Eestis kehtestatud nõuded tunduvalt karmimad, kuna kogu Eesti territoorium asub reostustundlike suublatega piirkonnas [78, lk 5].

Töötlemata rooveesette kasutamine Eestis on keelatud [69], kuid direktiivi 86/278/EMÜ kohaselt võivad liikmesriigid enda kehtestatud tingimuste kohaselt anda loa töötlemata rooveesetete kasutamiseks, kui need pritsitakse või töödeldakse pinnasesse ning ei ületa direktiivis kehtestatud piirnorme [79]. Tabelis 1.3 on esitatud pinnasesse viidava rooveesette (mg/sette KA kg kohta) ja rooveesetega töödeldava pinnase (mg/pinnase KA kg) raskemetallide sisalduse piirnormid.

**Tabel 1.3.** Euroopa Nõukogu direktiivi 86/278/EMÜ ja Keskkonnaministri määruse nr 78 raskemetallide piirnormid

| Raskemetall   | 86/278/EMÜ piirnormid <sup>[79]</sup> |                        | Määrus nr 78 piirnormid <sup>[69]</sup> |                        |
|---------------|---------------------------------------|------------------------|---|------------------------|
|               | mg/sette KA kg kohta                  | mg/pinnase KA kg kohta | mg/sette KA kg kohta                    | mg/pinnase KA kg kohta |
| Kaadmium (Cd) | 20 – 40                               | 1 – 3                  | 20,0                                    | 3,0                    |
| Vask (Cu)     | 1000 – 1750                           | 50 – 140               | 1000,0                                  | 50,0                   |
| Nikkel (Ni)   | 300 – 400                             | 30 – 75                | 300,0                                   | 50,0                   |
| Plii (Pb)     | 750 – 1200                            | 50 – 300               | 750,0                                   | 100,0                  |
| Tsink (Zn)    | 2500 – 4000                           | 150 – 300              | 2500,0                                  | 300,0                  |
| Elavhõbe (Hg) | 16 – 25                               | 1 – 1,5                | 16,0                                    | 1,5                    |
| Kroom (Cr)    | –                                     | –                      | 1000,0                                  | 100,0                  |

**Nõuded, mis on kehtestatud Eestis, kuid mida EL-i direktiivis ei kohaldata [69]:**

- Sette kasutamine on keelatud liigniisketel või üleujutatavatel, külmunud või lumega kaetud aladel.

- Haigusttekitavate patogeenide sisaldus peab jääma *Esherichia coli* alla 1000 PMÜ ühe grammi töödeldud sette märgkaalu kohta ning mitte üle ühe helmintide muna kümne grammi töödeldud sette märgkaalu kohta.
- Laotatud stabiliseeritud sete tuleb viia mulda või katta mullaga kahe ööpäeva jooksul pärast laotamise algust.

### **Nõuded stabiliseeritud sette kasutajale [69]:**

Töödeldud reoveesette taaskasutamisel on oluline järgida järgmisi kohustusi:

- sette andjale sette kasutamiseks tuleb kirjalikult esitada oma nimi, elu- või tegevuskoha aadress, isikukood või äriregistri kood ja andmed sette kasutamise kohta;
- sette kasutamise kohta tuleb pidada päevikut ning säilitada seda kümme aastat;
- hiljemalt kolme päeva jooksul sette kasutamisest arvates peab sette kasutaja kandma päevikusse andmed sette kasutamise aja, koha ning sette koguse maa-ala hektari kohta, lisaks sette analüüsiandmed ja mulla analüüsiandmed sette kasutamise kohas.

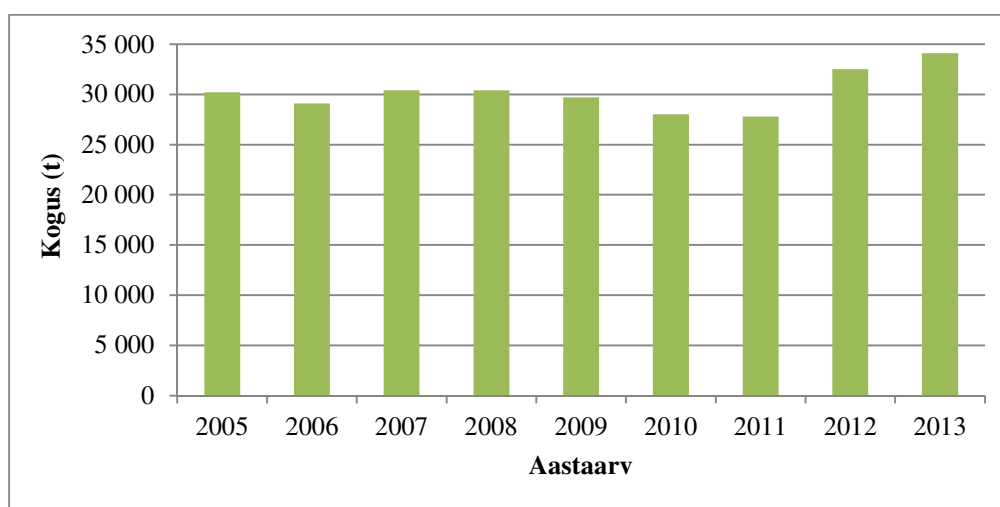
### **1.2.2 Reoveesette teke ja kogused**

Reoveesete tekib jäägina reovee puhastamise protsessis. Reovesi pärineb erinevatest reoallikatest, sealhulgas kodumajapidamistest, tööstustest, meditsiinikeskustest, ettevõtetest jne [10; 80]. Rahvaarvu dünaamilise kasvu tõttu suureneb ka tarbimisvajadus, mistõttu aastast aastasse tekib üha rohkem jäätmeid, sealhulgas setet [81].

Reoveesette käitlemine on tänapäeva ühiskonnas üks kriitilisemaid probleeme. Tekkiv sette kogus on viimaste aastakümnetega pidevalt kasvanud. Euroopas (EU-27) tekkis 2005. aastal 10,9 [82; 83] ja 2010. aastal koguni 11,5 miljoni tonni kuivainet [84]. Ainuüksi Hiinas tekib päevas 30 miljonit tonni setet (veesisaldusega 80%) ning see arv kasvab iga aastaga 10% [85]. Sette koguse kasvu põhjusteks on tööstuste ja linnastumise kiire areng. Lisaks kasvab pidevalt ühiskanalisatsiooni süsteemiga liituvate majapidamiste hulk [82; 83]. Võttes arvesse reoveesette koguste kiiret tõusu, on settele rakenduste leidmine kriitilise tähtsusega [86].

Eestis on seni probleemiks olnud tekkivate reoveesette koguste hindamisel usaldusväärsete andmete saamisel puudulik statistika ja valitsev mõõtühikute segadus töödeldud/töötlemata sette koguste arvestamisel [17, lk 14]. Näiteks on teadaolevad reoveesette tekke kogused

(2005-2013) läbi aastate kõikunud [13; 17, lk 14]. Reoveesette koguse kahanemine aastast 2007 on eelkõige tingitud asjaolust, et mitmete suurte tööstusettevõtete puhastusseadmed uuendati, kus hakati setet töötlema. Sellest tulenevalt vähenes ka sette kogus, kuna töötlemise tulemusena saavutati settes suurem kuivainesisaldus [17, lk 14]. Samas on alates 2012. aastast reoveesette kogused jällegi tõusnud. Põhjuseks on Euroopa Liidu ja Eesti veemajandust puudutavatest õigusaktidest ja eesmärkidest lähtuvalt hoogsad investeeringud ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni renoveerimisse ja laiendamisse [87, lk 32-34]. Keskkonnaagentuuri andmed (2005-2013) reoveesette tekke koguste kohta erinevate kuivainesisalduste juures Eestis on esitatud joonisel 1.1 [13].



**Joonis 1.1.** Reoveesette tekke kogused Eestis 2005-2013 [13]

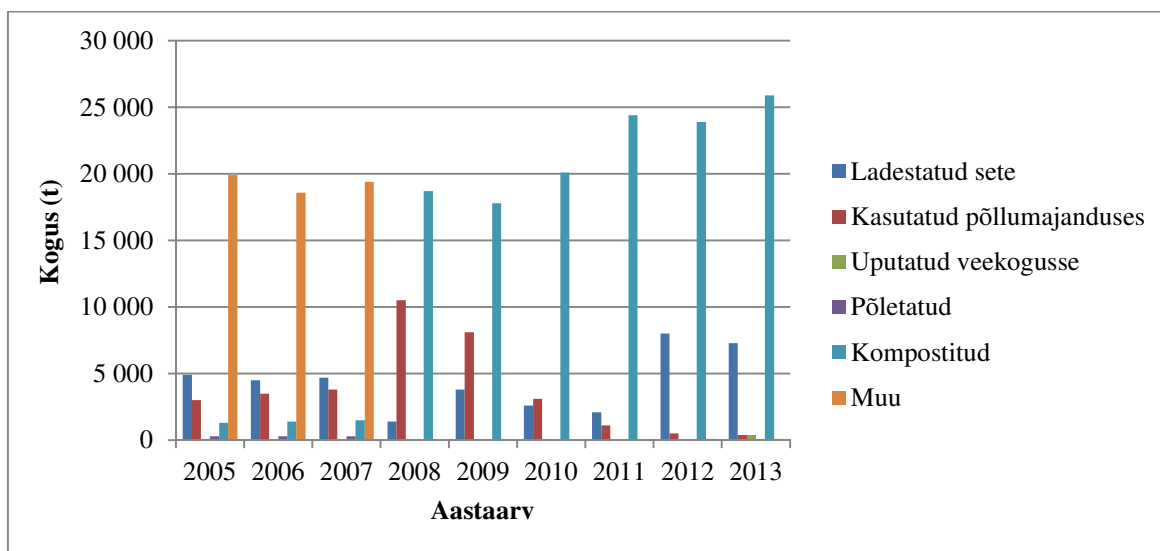
Eestis hiljuti läbi viidud uuringu tulemustest selgus, et aastal 2015 tekkis töödeldud reoveesetet 167 000 m<sup>3</sup> (ümber arvatuna üle 55 000 tonni). Suurima reostuskoormusega olid Harju Ida-Viru ja Lääne-Viru maakonnad. Kõige vähem tekkis töödeldud reoveesetet Hiiu, Lääne ja Saare maakonnas [88].

### 1.2.3 Reoveesette kasutamine

Kõige levinumad viisid reoveesette kasutamiseks on põllumajandus ja kompostimine, kuna need on ökonoomsemad meetodid võrreldes näiteks sette põletamisega [10; 89; 90]. Reoveesette kasutamine on pikaajaline lahendus taastada pinnast taimetoitainete ja huumusega, et stimuleerida taimede bioloogilist aktiivsust [10; 91]. Reoveesetega saab väetada ka ammendunud või erosiooni tõttu viljatuks muutunud pinnast [84; 92; 93]. USA-s kasutatakse 60% ja Euroopas ligikaudu 40% kogu tekkivast reoveesette kogusest

põllumajandusliku väetisena [10; 80; 94]. Hiinas kasutatakse ligikaudu 47% tekkivast reoveesette kompostist haljastuses [14; 95].

Sette kasutamine Keskkonnaministri määruse nr 78 tähenduses on stabiliseeritud sette maapinnale laotamine või pinnasesse viimine. Haljastuses võib setet kasutada kõrg- või madalhaljastuse rajamiseks või selle parandamiseks haljasaladel ja haljasvööndites. Stabiliseeritud setet ei ole lubatud kasutada, kui see ei vasta Keskkonnaministri määruses nr 78 kehtestatud nõuetele [69]. Keskkonnaagentuuri andmed (2005-2013) reoveesette kasutamise kohta Eestis on esitatud joonisel 1.2 (arvandmed on esitatud lisas 1) [13].



**Joonis 1.2.** Reoveesette kasutamine Eestis 2005-2013 [13]

Jooniselt 1.2 selgub, et pikemas perspektiivis ei ole Eestis reoveesette põletamine ja veekogusse uputamine erilist tähtsust omanud. Samas on alates 2008. aastast reoveesette kompostimise osakaal järsult tõusnud ning vahelduva eduga suurenenud, kuid vastupidiselt kompostimisele on põllumajanduses kasutamine pidevalt vähenenud. Reoveesette ladestamine prügilatesse on olnud järjepidevaks probleemiks [13].

Teadaolevad Keskkonnaagentuuri andmed töötlemata ja töödeldud reoveesette kasutusvaldkondade kohta pärinevad 2014. aasta aruannetest. Määramata kasutusega reoveesette koguseid ei ole andmete esitamisel arvestatud, kuid see moodustas teadaolevatest kogustest töötlemata reoveesette puhul 44% ning töödeldud reoveesette puhul 23%. Kasutust leidis 56% töötlemata ja 77% töödeldud settest, mille valdkonnad on esitatud tabelis 1.4 [96].

**Tabel 1.4.** Töötlemata ja töödeldud reoveesette kasutusvaldkonnad Eestis 2014 [96]

| <b>Kasutusvaldkond</b>          | <b>Töötlemata sete</b> | <b>Töödeldud sete</b> |
|---------------------------------|------------------------|-----------------------|
| Kasutamine põllumajanduses      | 6,5%                   | 5,0%                  |
| Kasutamine haljastuses          | 3,5%                   | 61,9%                 |
| Kasutamine rekultiveerimisel    | 0,1%                   | 17,3%                 |
| Ladestamine prügilates          | 46,2%                  | 5,4%                  |
| Muu kasutusvaldkond             | 26,4%                  | 3,4%                  |
| Ladustamine RVP territooriumile | 17,3%                  | 7,0%                  |

Rekultiveerimisel on töötlemata setet kasutatud turbatootmisaladel ja töödeldud setet karjääride taastamisel. Muu kasutusvaldkond on Keskkonnaagentuuri andmetel täpsustatud järgmiste tegevustega [96]:

- töötlemata setet kasutati biotiikide kallaste tasandamiseks ning kindlustamiseks;
- töötlemata setet kasutati kasvupinnaste valmistamiseks;
- töötlemata setet laotati rohumaadele;
- töödeldud sete määramata kasutuseks antud kasutajale (ettevõttele);
- töödeldud setet kasutati reoveepuhasti territooriumi viimistluseks (aukude kinnikaevamiseks, maapinna taastamiseks ja tasandamiseks).

Aruande tulemused näitasid, et töödeldud reoveesette ja selle komposti peamine kasutusvaldkond aastal 2014 oli haljastuses, samas 23% tekkinud sette kogusest moodustas määramata kasutus.

Töötlemata reoveesette kasutamine Eestis keelati alates 2015. aastast Keskkonnaministri määrusega nr 78 [69]. 2015. aastal kasutati töödeldud reoveesetet peamiselt haljastuses (54%). Vähem kasutati põllumajanduses (16%) ja rekultiveerimisel (13%) ning ülejääk ladustati käitlemisettevõtte territooriumile [88].

Põllumajanduses kasutatakse setet vähe, kuna reoveesette keemiline koostis on veel ebaselge ning põllumehed ei julge selle kasutamisega riskida [11, lk 19]. Sette ladestamine prügilatesse ning ladustamine reoveepuhasti territooriumile on endiselt probleemiks. Seetõttu on kõige otstarbekam suurendada töödeldud reoveesette kasutamist haljastuses. Mitmed uuringud on tõestanud, et nõudeid järgides selline kasutusviis inimeste tervist ja keskkonda ei ohusta [97] ning komposti kasutamine haljastusväetisena Eestis probleeme ei

tekita [98]. Samuti oleks vähendatud vee-ettevõtetel esinev töödeldud reoveesette ülejäägi tekkimise probleem [99, lk 77].

#### 1.2.4 Mõju keskkonnale

Viimase poolsajandi jooksul on suuri edusamme tehtud, et vältida keskkonna saastamist ja selle mõju keskkonnale ning inimese tervisele [10; 100]. Reoveesette käitlemise ja kasutamisega seonduv probleemistik ja keskkonnamõjude vähendamine on muutunud aktuaalseks kogu maailmas. Sette kõige levinum ja ökonoomsem kasutusala, võrreldes teiste meetoditega (näiteks põletamine), on kompostimine [10]. Reoveesette kompost on toitainete ja mikroelementide rikas substraat, mida saab taaskasutada (põllumajanduses, haljastuses) väetisena ja mulla omaduste parendamiseks [10; 80; 101].

Samas võib reoveesette ja selle komposti kasutamine kaasa tuua mitmeid negatiivseid keskkonnamõjusid. Sete võib kujutada endast potentsiaalset ohtu nii inimestele kui ka loomadele selles sisalduda võivate patogeenide (bakterid, viirused, algloomad ja helmintid) tõttu, mis ka stabiliseerimisprotsessis suudavad osutada ellujäämiseks tugevat vastupanu [73; 75]. Samuti võivad need sattuda põhjavette ning taimi haigestada. Seetõttu on väga oluline töödelda reoveesete keskkonnale ohutuks [81].

Helmintide munade sisaldus ei ole reoveesettes probleemiks, kuid teiste patogeenide suhtes on Eestis läbi viidud uuringus tehtud ettepanek kogu sette töötlusesse suunamiseks, et tagada sette hügieeniline ohutus [11, lk 23]. Muutuste suunas on juba tehtud ka edusamme. Alates 2015. aastast on lubatud Keskkonnaministri määruse nr 78 kohaselt kasutada ainult stabiliseeritud ja hügieniseeritud setet ning haigustekitavate patogeenide (*Esherichia coli* ja helmintide munad) sisaldusele on sätestatud täpsed nõuded [69].

Keskkonnale ohtlike saasteainetena sisaldavad reoveesetted veel raskemetalle [71], mis esinevad ka looduslikus mullas. Taimed vajavad oma elutegevuseks teatud raskemetalle, kuid liigne kogus võib muutuda neile mürgiseks [102]. Kõrge kontsentratsiooni korral on need toksilised kõikidele elusorganismidele, põhjustades tõsiseid tervisekahjustusi [103; 104]. Seetõttu on paljudes riikides raskemetallide sisaldusele settes kehtestatud ka piirnõuded [84; 105]. Kuigi raskemetallid on suurel kontsentratsioonil keskkonnale ohtliku mõjuga, siis Eestis läbi viidud uuringus tõestati, et probleemiks reoveesettes ei ole mitte

raskemetallide sisaldus, vaid saasteained, millele ei ole kehtestatud seirekohustust [11, lk 23].

Tänapäeval on ravimijäägid ohtlikeks saasteaineteks reoveesettes, millele ei ole kehtestatud piirnorme [84] ning keskkonda sattudes võivad need avaldada kahjulikku mõju elusloodusele [106; 107; 98]. Antibiootikumide jäägid võivad patogeene keskkonna suhtes resistentseks muuta [84; 108] ning kahjustada mulla mikroobikooslust ja funktsioone [84; 109]. Ravimijäägid võivad akumulieruda taimedesse, sealhulgas toidutaimedesse. Neil puudub väljutusmehhanism, mistõttu võivad ravimid taimedes kontsentreeruda ning kasvuperioodi lõppedes võib ravimijäägi sisaldus taimes olla suurem kui kasvumullas [98; 110]. Sellest tingituna ei ole Keskkonnaministri määrusega nr 78 lubatud reoveesetet kasutada loomasööda, söödavate ja ravimtaimede ning viljapuude kasvatamiseks [69].

Olenemata võimalikest ohtudest, mis sette kasutamisega võivad kaasned, on reoveesette ja selle komposti taaskasutamine keskkonnale mitmeti kasulik [18; 111-114]:

- väheneb ladestamine prügilatesse;
- paranevad taimede kasvutingimused;
- suureneb muldade õhustatus;
- paraneb mulla niiskusesisaldus ja bioloogiline aktiivsus;
- suureneb pinnase huumusesisaldus;
- väheneb väetiste kasutamise vajadus;
- väheneb muldade erosioonitundlikkus.

Sette, kui toitainerikka materjali puhul on tegemist pikaajaliselt mõjuva lahendusega, mistõttu tuleks selle kasutamist soodustada [10; 115]. Selleks, et vältida reoveesetete kasutamisel keskkonnaseisundi halvenemist või haiguspuhanguid, on vajalik sette eelnev nõuetekohane töötlemine ning lõpp-produkti kontrollimine nii keemilise kui hügieenilise ohutuse seisukohalt [76, lk 8]. Samuti on vajalikud teadmised ja oskused, õige stabiliseerimise tehnoloogia, riiklikud regulatsioonid, seire ning vabatahtlike kontrollvõrgustik. Stabiliseeritud sete ei tohi haiseda ning muuta mulla loomulikku koostist. Kui järgida regulatsiooni, on tulemuseks ohutu ja taaskasutatav bioloogiliselt lagunev produkt [11, lk 23-24].

### **1.2.5 Reoveesette kasutamise kogemused maastikuehituse valdkonnas – Eesti ja maailma praktika**

Reoveesette ja selle komposti kasutamise efektiivsus haljastuses sõltub töödeldava pinnase keemilisest koostisest ja piirkonna kliimaatilistest tingimustest [18]. Praeguste Eestis kehtivate õigusaktide kohaselt tohib nõuetele vastavat stabiliseeritud reoveesetet ja selle komposti kasutada haljastuses ja rekultiveerimisel [69]. Sette mõjul suureneb mulla niiskus ja bioloogiline aktiivsus, mis on eriti oluline kerge lõimisega muldadele. Samuti paraneb mulla sooja-, vee- ja õhurežiim, mis on olulised mulla füüsikalised omadused [18].

Rekultiveerimisel saab taimede kasvualusena töödeldud reoveesette komposti kasutada kahjustunud kasvupinnase omaduste parandamiseks, kui taimestiku elutegevuseks vajalike toitainete varu ei ole piisav [116; 117, lk 148]. Lisaks haljastuses järgmistel eesmärkidel [118, lk 46]:

- haljastustaimede kasvupinnasena (haljastusmullana taimede konteineristutuseks või istutusalaade rajamiseks);
- suuremate murupindade või haljasalade rajamisel, taastamisel ja hooldamisel (muruväljakud ja -parklad, pargid, spordiväljakud);
- teepeenarde haljastamisel;
- madal- ja kõrghaljastuse rajamisel või hooldamisel (puude ja põõsaste istutamine ning väetamine).

Nii Eestis kui välismaal on läbi viidud mitmeid uuringuid töödeldud reoveesette ja selle komposti kasutamiseks taimede kasvupinnasena või pinnase väetisena ning tulemused olid märgatavad.

#### **Haljastustaimede kasvupinnas**

Nii kodu- kui linnahaljastuses on tihti oluline selle dekoratiivsus ning ilus väljanägemine, mis püüab pilku ja tekitab hubast tunnet [29, lk 83]. Konteinerhaljastuse puhul Eesti kliimaoludes on konteinerites aastaringelt kasvavate kiduraks jäänud taimede dekoratiivsus kahtluse alla seatud [29, lk 81]. Eriti tähtis on vajalike toitainete varu intensiivse katusehaljastuse puhul, kuna halva põuataluvuse ning lisaväetamise vajaduse tõttu [4, lk 12] jäävad taimed toitainete varu ammendumisel kiratsema, mistõttu dekoratiivsus kaob. Ka lillepeenarde puhul kehtib sama reegel, kuid taimedel on vee ja toitainete kättesaamine lihtsam. Sellegipoolest võib mitteregulaarse hooldamise tagajärjel



pinnase tihenemise tõttu toitainete kättesaamine muutuda võimatuks [29, lk 87]. Erinevates katsetes uuritud reoveesette komposti kasutatavad kogused on olnud varieeruvad, kuna vajamineva komposti kogused sõltuvad eelkõige töödeldava pinnase asukohast ning kliimaatilistest tingimustest [18].

Kümme aastat kestnud katses tõestati, et reoveesette kompost tõstab mulla filtreerimisvõimet ja vähendab pinnase erosiooni [119]. Suurenenud pinnase veemahtuvus [120, lk 552-553] teeb aga kastmise harvem vajalikuks ning taimede hooldamise lihtsamaks. Reoveesette komposti kasutamisega kiirendati taimede kasvu ja produktsiooni [119].

Uuritud on reoveesette ja selle komposti kasutusvõimalusi ka dekoratiivsemate taimede puhul. Näiteks Türgis viidi läbi uuring reoveesetega kultiveerimise eesmärgil käärulise parkjuure (*Limonium sinuatum*) kvaliteedile ning kasvule. Katse tulemused näitasid, et reoveesetega töötlemine suurendas taimede kasvu ja hulka märkimisväärselt [121]. Reoveesette komposti mõju hindamisel kroonülase (*Anemone coronaria*) kvaliteedile, näitasid katse tulemused märkimisväärset mulla kvaliteedi tõusu ning parim taimede kasv saavutati komposti kogusega 80 tonni (ümber arvatult ligikaudu 240 m<sup>3</sup>) hektari kohta [122].

Hiinas viidi läbi katse pojengide (*Paeonia*) kasvatamiseks reoveesette kompostiga, mis sisaldas 70% reoveesetet ja 30% maisipõhku. Uurimistulemused näitasid, et pojengile kõige sobilikum kasvusubstraat võib sisaldada kuni 45% reoveesette komposti. Samuti selgus, et 50% kompostita pinnases kasvanud taimed haigestusid lehemädanikku ning 30-75% reoveesette komposti sisaldusega substraadis taimed osutasid lehemädanikule tugevat vastupanu [123].

Eestis on reoveesette mõjude hindamise katsetes kasutatud reoveesette komposti lillede ning puude kasvatamisel. Kiviste (2013) uuris reoveesette komposti sobivust konteinerilutaimedele ( hübriidpetuuniat ja viirpelargooni). Tulemustest selgus, et taimed olid õiterikkamad substraadisegus, mis ei ületanud komposti kogust pelargoonide puhul 50% ning petuuniate puhul 25% kasvusubstraadi kogumahust [124].

Kriisk (2012) uuris reoveesette komposti mõju kasvusubstraadi omadustele ja konteinerites kasvatatavate hübriidpetuuniate kvaliteedile. Eksperimendi tulemused näitasid, et 50-75%

reoveesette komposti sisaldusega kasvusubstraadis oli toiteelementide sisaldus suurim ja taimed õiterikkamad. Katses tõestati, et petuuniataimedele kõige sobilikumaks kasvukeskkonnaks on lämmastikurikkad ning vähem leeliselisemad kompostid [125].

Loid (2014) hindas istikute (aed-leeklill, *Phlox paniculata*) kvaliteeti sõltuvalt kasvusubstraadi omadustest. Parimaks kasvusubstraadiks aed-leeklilledele osutus reoveesette kompost ning kõige paremini kasvasid taimed 25-50% sisaldusega reoveesette kompostiga valmistatud substraadisegus [126].

Kasutades reoveesette komposti haljastusmullana peenardes, on soovitatav parema tulemuse saamiseks kaevata kompost läbi vana pinnasega [43]. Sarnast tehnikat kasutati ka kõikides välja toodud katsetes murude, rohhtaime ja lillede kasvatamisel ning reoveesette ja selle komposti mõjude hindamisel taimedele.

Reoveesette komposti kasutamisega välistatakse lisaväetiste kasutamine [112] ning taimede kiratsema jäämine, kuna kompostiga läbisegatud kasvupinnas sisaldab enam kui 50% orgaanilist ainet [8]. Katsed on näidanud, et reoveesette komposti kasutamine, võrreldes anorgaaniliste väetistega, annab taimede tootlikkusele sarnased või paremad tulemused [8; 127] ning need on eriti märgatavad, kui komposti kasutatakse samal eesmärgil veel mitme aasta jooksul [8; 128].

### **Muru- ja haljasalade rajamine ning taastamine**

Muldade tehnogeenne reostus ja degradeerumine on linnades suureks probleemiks [18; 129], eriti märgatav on see põhjamaises kliimas. Linnaäärsed piirkonnad ja linnaalad moodustavad enamasti kuivendatud ning pinnasega täidetud reljeefi. Nendel aladel on muldadele iseloomulik madal lämmastiku, fosfaadi ja kaaliumi sisaldus, millest on tingitud ka mulla keemiliste omaduste halvenemine. Seetõttu võib mulla kvaliteet linna haljasalade (muru) rajamiseks vajalikele omadustele olla ebapiisav [18]. Linnamuldade tervisliku seisundi parandamise lahenduseks haljastuses saab kasutada reoveesette komposti, mida tuleb lisada ammendunud haljastuspinnasele, et parandada selle loomulikku struktuuri, toitainete ja niiskuse sisaldust. [18; 130].

Venemaal viidi läbi katse muru efektiivseks kasvatamiseks reoveesetega. Katses kasutati kohaliku pinnase ja reoveesette segusid. Parimat tulemust näitas 25% reoveesette

sisaldusega materjal. Muru tärkas juba kaheksandal päeval, aktiivne kasv oli märgata 15. päeval ning juba 22. päeval saavutas muru ilusa tiheduse [18].

Itaalias uuriti komposti kasutamise mõju mulla füüsikaliste omaduste kvaliteedile, et luua linnade kahjustunud pinnases paremad tingimused taimkattele. Tulemused näitasid, et kehva kvaliteediga linnade haljasaladel saab suurepäraselt parandada muldade kvaliteeti, millest tingituna näeb ka taimestik parem välja ja õitseb kauem ning rikkalikumalt [131].

Hiina teadlased arvavad, et kõige suurem potentsiaal reoveesette ärakasutamiseks on just selle rakendamine linnade haljastuses [14; 132]. Kahe aastase eksperimendi (reoveesette komposti lisati olemasolevale mullale) tulemused näitasid, et soovitatav reoveesette komposti kogus ühe hektari kohta oli kuus tonni hektarile. Selle koguse juures ületaks pinnas raskemetallide kontsentratsiooni piirnormid alles 30 aasta möödudes peale pidevat töötlust kompostiga [14].

### **Teepeenarde ja -nõlvade rajamine**

Reoveesette kompost teepeenarde kasvumullana omab olulist tähtsust teepeenarde visuaalses välimuses ning erosiooni kontrollis. Soojematel kuudel on muru kasv küll intensiivsem (Eesti kliimas suvekuud), kuid jahedamal ajal (Eesti kliimas varakevad, hilissügis) jäävad teeääred rohelisteta ning seetõttu alluvad suurema tõenäosusega ka erosioonile [113; 114].

Hiljuti viidi läbi kaheaastane uurimus Rhodose saarel, kus teepeenardel kasutati reoveesetet. Tulemustest selgus, et reoveesetega töödeldud pinnasel kasvas muru hästi. Kõige paremini kasvas muru reoveesetega töödeldud pinnasel, kus sete sisaldas 144 kilogrammi lämmastikku ühe hektari kohta [113].

Brown (2011) avaldas kaks aastat kestnud uurimuse tulemused, millest selgus, et reoveesette kompost tõstis märkimisväärselt muru produktsiooni üle 50% ning see oli oluliselt parem kasvupinnas, kui näiteks aiajäätmete kompost. Häid tulemusi näidanud katses kasutati pinnase segu, mis sisaldas 50% olemasolevat mulda ja 50% reoveesette komposti [133].

## Madal- ja kõrghaljastuse rajamine

Rootsis uuriti kolme ja 11 aasta möödudes reoveesetega töötlemise mõju 50-60 aasta vanusele hariliku männi (*Pinus sylvestris*) metsale. Reoveesetega töödeldi kolme ala suurusega 625 m<sup>2</sup>. Tulemustest selgus, et reoveesette kogus kuni 20 tonni (20% KA) hektarile ei tekitanud negatiivseid tagajärgi puudele ega mullale [134].

Leedus hinnati reoveesette selle mõju hariliku männi (*Pinus sylvestris*) ja arukase (*Betula pendula*) arengule 9-10 aasta möödudes. Kahe hektari suurust katseala töödeldi juba 1998. aastal reoveesette kogusega 300 tonni hektarile (15 korda rohkem, kui Rootsi katses kasutatud kogus) ning istutati puud kõrgusega 30 cm. Eksperimendi tulemusel selgus, et reoveesetega töötlemine tõstis oluliselt pinnase niiskuse sisaldust ning vähendas mulla happelisust. Suurenes nii männi kui kase tootlikkus, kusjuures mänd ületas kase tootlikkust 87% [135].

Eestis uuriti töödeldud reoveesetega töötlemise mõju erinevate puuliikide kasvule ja arengule. Setet kasutati keskmiselt 110 tonni hektari kohta, kuivainesisaldus oli 27-28% ja pH 8,4. [136]. Uurimused olid esindatud Eesti haljastuses levinumad puuliigid [137]. Puude kasv oli kõige parem settega töödeldud aladel. Settega töötlemise mõjud erinevate puudliikide kasvule olid järgmised [136]:

- Arukask (*Betula pendula*) – istutati suuri (üle 70 cm) ja väikeseid (40-60 cm) puid kevadel nii nõrgalt kui tugevalt töödeldud aladele. Tähelepanuväärseid tulemusi andsid suured arukased tugevalt töödeldud pinnasel.
- Sanglepp (*Alnus glutinosa*) – istutati kevadel kõrgusega 65-90 cm ning juurdekasvud olid samuti märkimisväärsed tugevalt töödeldud alal – 1,9 korda rohkem kui nõrgalt töödeldud alal.
- Harilik jalakas (*Ulmus glabra*) – reageeris settega töötlemisele hästi, kuid ainult tugevalt töödeldud alal ning kasvueelisel oli suurematel puudel (üle 50 cm) – juurdekasv 2,7 korda suurem kui töötlemata alal.
- Harilik saar (*Fraxinus excelsior*) – settega töödeldud alal kasvasid puud paremini, kus aastane juurdekasv oli 3 korda suurem kui töötlemata alal. Samuti olid töödeldud alal puud visuaalselt parema väljanägemisega.
- Harilik vaher (*Acer platanoides*) – töödeldud alal kasvasid puud kiiremini ning nägid ka visuaalselt paremad välja.

- Harilik tamm (*Quercus robur*) – istutati kevadel savisele ja vähese settega (45 t/ha) töödeldud alale. Tammed ületasid töödeldud alal töötlemata ala puid juurdekasvuga 1,9 korda.
- Harilik hobukastan (*Aesculus hippocastanum*) – katses osutusid puud aeglasekasvuliseks, kuid töödeldud ala puude juurdekasv ületas siiski töötlemata ala puid üle kahe korra. Töödeldud ala puud nägid visuaalselt ilusamad välja.

Pinnase töötlemisel settega tõuseb oluliselt mulla viljakus ning püsib kõrge veel kümme aastat peale töötlemist. Ka mulla pH püsib neutraalsena veel kümnendal aastal peale töötlemist, mis on oluline raskemetallide liikuvuse seisukohalt. Eeltoodud uuringus reageerisid Eesti haljastuses levinumad puuliigid settega töötlemisele positiivselt [136]. Arvestades puude haljastuslikku väärtust ning nende ökoloogilist kasu, on reoveesette kasutamine kasulik, kui soovitakse puude kiiremat kasvu ning head visuaalselt välimust.

## 2 PROBLEEMI OLEMUS, UURIMISTÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

### 2.1 Probleemi olemus

Nõukogu direktiiv 1999/31/EÜ prügilate kohta toetab jäätmete tekke vältimist, ringlussevõttu ja taaskasutamist, et säästa loodusvarasid ning ära hoida maa raiskavat kasutamist [138]. Sellest hoolimata ladestatakse Euroopa Liidu riikides tekkivat setet endiselt prügilatesse [13]. Reoveesete lagunemisel prügilates eraldub anaeroobsetes tingimustes metaan. EL-i riikides küll kogutakse ja kasutatakse prügilagaasi, kuid prügilatest atmosfääri sattuv metaan ja muud kasvuhoonegaasid on globaalses mastaabis olulised kasvuhooneefekti põhjustajad [111, lk 7-8]. Reoveesete ja selle komposti kasutamise suurendamine maastikuehituse valdkondades oleks heaks võimaluseks jäätmete tekke ning selle prügilatesse ladestamise vähendamiseks.

Muret tekitab ka põllumajanduslikel eesmärkidel sette kasutuse vähenemine, sest ülejääk seetõttu suureneb. Põllumehed ei julge setet väetisena kasutada, kuna ei ole teada reoveesete täpset keemilist koostist [11]. Samuti ei luba Keskkonnaministri määrus setet kasutada söödavate taimede kasvatamiseks [69]. Kasutamiseks maastikuehituse valdkondades sobib sete aga suurepäraselt.

Eestis mineraalväetistega läbiviidud katsed näitavad, et kõrge tootlikkuse saavutamiseks on vajalikud kordusväetused, kuna esialgselt lisatud toitainete varu ammendub. See on töömahukas ja kulukas [136]. Samuti on probleemiks fosfori ammendumine, mis lähiaastakümnete pärast võib lõppemise korral inimkonnale olla laastavate tagajärgedega [139]. Stabiliseeritud reoveesete sisaldab fosforit 1,6% sisaldusega kuivaines ning rikkalikult kõiki taimedele vajalikke toitaineid, nagu lämmastikku (5,1% kuivainest), kaaliumi (0,4% kuivainest) ja samuti mikrotoitaineid [120, lk 552-553]. Eeltoodut arvestades väheneks sette taaskasutamise kulukate väetiste kasutamise vajadus [112].

Ühest küljest reoveesete komposti suunamine haljastuslikel eesmärkidel kasutamiseks vähendab ülejäägi tekkimist ning prügilatesse ladestamise. Teisest küljest vähendab see keskkonnale tekitavat lisakoormust, mis tuleneb looduslike muldade kasutamisest. Nõukogude ajal kasutati suuri maa-alasid intensiivselt põllumajanduses ning jäeti alad kultiveerimata [54].

Probleemiks on ka üleilmne maapinna degradeerumine, mida sageli ignoreeritakse, sest märgatav mõju ilmneb aeglaselt. Vastavalt ÜRO Keskkonnaprogrammile kaotatakse igal aastal kuni 50 000 km<sup>2</sup> maad maapinna degradeerumise, peamiselt mulla erosiooni tõttu ning juba 2010. aastal esitas Euroopa Keskkonnaamet keskkonnaseisundi aruande, mille kohaselt degradeerumine oli hoogustumas [140, lk 6-7]. Töödeldud reoveesette taaskasutusega saab parandada mulla struktuuri veemahtuvuse suurendamisega [120, lk 552-553]. See on oluline mulla füüsikaline omadus, mis vähendab erosiooni tekkimise ohtu [55]. Lisaks settes sisalduv orgaaniline aine parandab mullafunktsioone ning üldist mulla kvaliteeti [141; 142].

Muldade degradeerumine mõjutab tugevalt ka majanduslikku olukorda, kuna pinnase väetamiseks või asendamiseks on vajalikud kulukad toimingud. Taimed aga vajavad elutegevuseks toitaineid, mida sisaldab ka reoveesete. Rakendades reoveesette omadusi vana pinnase parandamisel maastikuehitusobjektidel, väheneks ka muldadele tekkiv lisakoormus.

Eestis on maastikuehitusega tegelevaid ettevõtteid palju ning tööde teostamisel kasutatakse ka reoveesette komposti, kuid Keskkonnaagentuuri veearuannetest aga usaldusväärne info kasutusviiside kohta ei avaldu [96], mistõttu statistika puudumise tõttu ei ole täpselt teada, kui paljud, millistes kogustes ning millisel konkreetset otstarbel ettevõtted komposti kasutavad. Teadaolev statistika näitab, et töödeldud sete leiab rohkem kasutust ning töötlemata setet ladestatakse peamiselt prügilatesse [96]. Seetõttu on oluline suunata kogu sete töötlusesse, et väheneks oht keskkonnale ning suureneks reoveesette komposti kasutamise võimalused. Samuti sätestatakse Jäätmeseaduses (EL-i prügila direktiivi nõude põhjal), et 2020. aasta 16. juuliks tuleb biolagunevate jäätmete ladestamist prügilatesse vähendada 20%-ni [68].

## **2.2 Uurimistöö eesmärk ja ülesanded**

Töödeldud reoveesetet ja selle komposti on lubatud kasutada põllumajanduses, rekultiveerimisel ning haljastuses [69]. Teostatud on erinevad aruandeid ja uuringuid reoveesette käitlemise ja kasutamise võimaluste kohta üldiselt, peamiselt vee-ettevõtjate seisukohast lähtudes. Sealjuures on jäänud tähelepanuta hetkel põhiline valdkond, kus saaks tekkivat reoveesetet edukalt kasutada senisest veel rohkem. Eestis on reoveesette ja selle komposti kasutamise ning rakendamise võimalusi maastikuehituse seisukohalt vähe

uuritud. Autor püüab välja selgitada, kui palju ja milleks kasutavad hetkel Eestis maastikuehituse valdkonnas tegutsevad ettevõtted töödeldud reoveesetet ja selle komposti.

Lähtuvalt eeltoodust oli käesoleva magistritöö eesmärgiks:

- uurida töödeldud reoveesette ja selle komposti kasutamise senist levikut Eestis üldiselt ning erinevates maastikuehituse valdkondades;
- uurida maastikuehitusega tegelevate ettevõtete teadlikkust töödeldud reoveesette ja selle komposti kasutamise osas;
- pakkuda välja lahendusi töödeldud reoveesette ja selle komposti kasutamiseks ja rakendamise moodused Eesti maastikuehitusobjektidel haljastamiseks.

Sellest tulenevalt on uurimistöö põhiliseks ülesandeks suurendada töödeldud reoveesette taaskasutamist eelkõige Eesti maastikuehitusega tegelevates ettevõtetes, pakkudes erinevaid lahendusi töödeldud reoveesette taaskasutamiseks maastikuehitusobjektidel haljastuslikel eesmärkidel, et vähendada vee-ettevõtetel sette ülejäägi tekkimist.

Magistritöö hüpoteesideks olid:

- korrektselt töödeldud reoveesette kvaliteet vastab kehtivatele nõuetele ning seda võib maastikuehitusobjektidel haljastamises edukalt kasutada;
- töödeldud reoveesette ja selle komposti vähene kasutamine on tingitud inimeste teadmatusesest ja meedia negatiivsest kajastusest.

Käesoleva uurimistöö tulemused on olulised keskkonnahoiu ja -säästlikkuse eesmärgil, et väheneks loodusliku mulla degradeerumine ja kasutamine, reoveesetest tulenevate jäätmete ladestamine prügilatesse ning komposti ülejäägi ladustamine puhastite territooriumile [16, lk 15; 140].



## **3 MATERJAL JA METOODIKA**

### **3.1 Uuritavate ettevõtete määramine**

Käesoleva magistriöö üheks eesmärgiks oli uurida töödeldud reoveesette ja selle komposti taaskasutamise senist levikut Eestis maastikuehitusega tegelevates ettevõtetes. Senise kasutuse hindamiseks küsitleti maastikuehitusega seonduvaid ning tegelevaid ettevõtteid ning määrati valimisse maastikuprojekteerimise ja -ehitusteenuseid pakkuvad ettevõtted. Uurimusliku osa valimisse kuuluvad maastikuehitusega tegelevad ettevõtted järgmistest valdkondadest:

- maastikuarhitektuurne projekteerimine;
- haljastustööd ja hooldus;
- teede projekteerimine;
- teedehitus;
- keskkonnaprojekteerimine;
- keskkonnaehitus.

### **3.2 Küsitluse läbiviimine**

Küsitluse läbiviimiseks koostati ankeet, mis jagunes kaheks osaks. Esimene osa koosnes üheksast üldisest küsimusest ettevõtete poolt kasutatavate materjalide ja nende koguste kohta. Teine osa koosnes kaheksast küsimusest ettevõtete seisukohtade ning töödeldud reoveesette kasutamise kohta. Küsitlus viidi läbi interneti vahendusel. Ettevõtetele saadeti elektroonilise kirja teel asjakohane info uurimuse kohta ning küsitlusele viitav interneti aadress. Lisas 2 on esitatud ettevõtetele koostatud küsimused.

### **3.3 Andmete kogumine ja töötlemine**

Andmete kogumiseks kasutati interneti lehekülge <http://connect.ee/>. Kogutud andmed moodustati tabeliks programmis Microsoft Excel. Andmete töötlemiseks ning tabelite koostamiseks kasutati programmi Microsoft Excel.

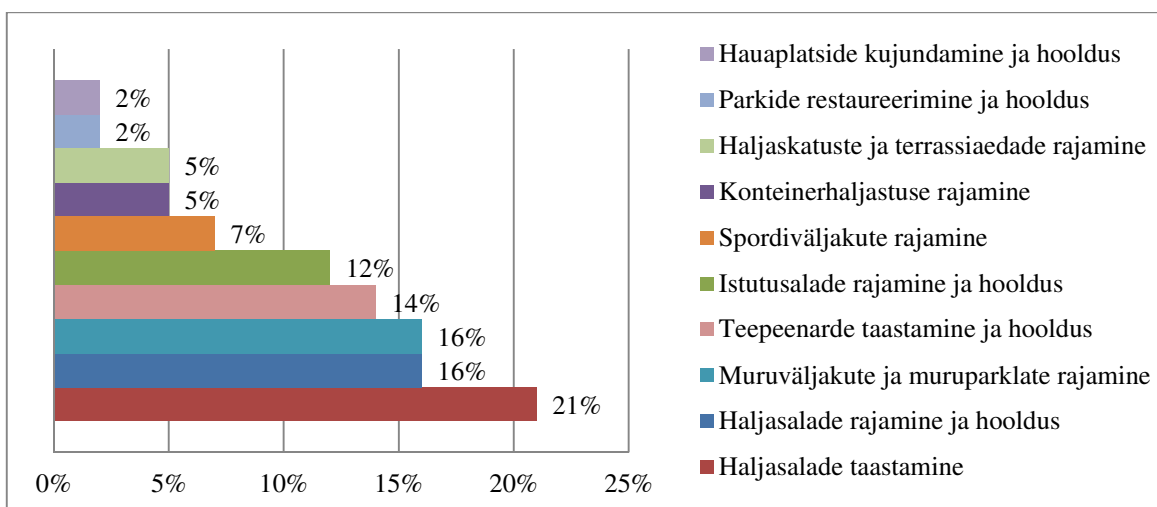
Kogutud andmetes puudusi ei esinenud, kuna ankeedil vajalikud vastused olid nõutavad ning ettevõtete poolt tekkinud küsimused lahendati meilivestluse teel. Tulemuste esitamisel kasutati kõikide ettevõtete poolt vastatud ankeete. Ankeedid saadeti 100. ettevõttele, millest 54 ettevõtet vastas ankeedile, ehk 54% valimi moodustanud ettevõtetest.

## 4 TULEMUSED

Küsimustik saadeti korraga ettevõtetele viiel korral, vastas 54 ettevõtet 100-st, mis moodustas 54% valimist. Küsimused jagunesid kaheks osaks. Esimesed üheksa küsimust keskendusid üldisele ettevõtetele seotud informatsioonile, lisaks uuriti, milliseid materjale kasutatakse ja mis on nende otstarve. Teises osas uuriti ettevõtetest, kui palju ning millistes valdkondades reoveesetete ja selle komposti kasutatakse. Lisaks soovis töö autor teada saada, milline oli ettevõtete poolne arvamus ja suhtumine sette kasutamise osas maastikuehitusega seotud tööde teostamiseks. Tulemuste analüüsimisel keskenduti reoveesetete ja selle komposti kasutamise senisele levikule maastikuehituse valdkondades ning võimalustele komposti kasutamist suurendada. Tulemuste kokkuvõtte on esitatud lisa 3. Ankeedile vastanud ettevõtete koondandmed on esitatud lisa 4.

Esimeses küsimuses sooviti teada ettevõtte nime ning teises oli tagatud ettevõtte nime anonüümseks jätmise võimalus. 61% ettevõtetest soovis oma nime anonüümseks jätta, mistõttu lisa 4 esitatud koondandmetes teatud ettevõtete nimesid, kontakte ning kodulehe andmeid ei kuvata. Kolmandas küsimuses sooviti teada saada, millised on ettevõtete tegevusvaldkonnad. Maastikuprojekteerimisega tegeles 34% ning maastikuehitusega 66% vastanutest. Täpsem projekteerimise ja ehituse valdkondade jagunemine on esitatud tulemuste kokkuvõttes (lisa 3).

Töö eesmärkide saavutamiseks uuriti ettevõtetest, kus ja milleks kasutatakse erinevaid kasvupinnaseid ja/või täitematerjale. Materjalide kasutamise jagunemine on esitatud joonisel 4.1.



Joonis 4.1. Kasvupinnaste ja/või täitematerjalide kasutamise otstarbed

Tulemustest selgus, et 100% maastikuehitusega tegelevatest ettevõtetest kasutavad tööde teostamisel kasvumulda, 82% maastikuprojekteerimise ettevõtetest soovivad projektis kasutada kasvumulda. Materjalide kasutamise üldkokkuvõttes (ehitus ja projekteerimine) selgus, et peale kasvumulla (29%) kasutatakse veel kruusa (23%) ja liiva (23%). Vähem kasutatakse savi (5%), turvast (6%), sõnnikut (1%), multši (9%), killustikku (2%), töödeldud reoveeset (1%) ja selle komposti (1%).

Järgnevalt sooviti teada, kui suurel pindalal kasutatakse kasvupinnast/täitematerjali ning kui paksu kihina seda laotatakse. Vastuste abil selgitatakse reoveesete ja/või selle komposti võimaliku kasutamise kogus ( $m^3$ ) maastikuehituse valdkonnas. Küsiti ka kasutatavate pinnase materjalide hindasid ja lisaväetiste kasutamise vajadust vajaliku tulemuse saavutamiseks. Vastatud tulemuste kokkuvõtte projekteerimis- ja ehitusettevõtete kohta on esitatud tabelis 4.1. Kuna projekteerimisel antakse edasi vaid projektlahendus, mille teostab ehitaja, siis maastikuprojekteerimise ja -ehituse ettevõtete vastused on tabelis 4.1 eraldatud, et oleks välistatud kattuvate ühikute võimalus. Üldarvestuse protsentuaalsed vastused on esitatud tulemuste kokkuvõttes (lisa 3).

**Tabel 4.1.** Pinnase kasutamine

| <b>Valdkond</b>                            | <b>Projekteeritav<br/>summaarne pindala</b> | <b>Keskmine<br/>pinnasekihi paksus</b>                             | <b>Materjali hind*</b>  |
|--|---|--|---|
| <b>Ühik</b>                                | <b>(<math>m^2</math>)</b>                   | <b>(cm)</b>  | <b>(€/t)</b>  |
| Maastiku-<br>projekteerimise<br>ettevõtted | 14 200 – 16 400                             | 5 – 10 (47%)<br>10 – 20 (13%)<br>20 – 30 (6%)<br>50 ja rohkem (6%) | -   |
| Maastikuehituse<br>ettevõtted              | 37 600 – 41 300                             | 5 – 10 (35%)<br>10 – 20 (54%)<br>20 – 30 (11%).                    | Kuni 3 (5%)<br>3 – 5 (30%)<br>5 – 7 (35%)<br>7 – 10 (16%)<br>10 – 20 (11%)<br>20 ja enam (3%) |

\* Projekteerimisettevõtted pinnast ei kasuta, mistõttu hinda projektis ei täpsustata.

Tabel 4.2 iseloomustab kasvumulla kasutamise summaarseid koguseid maastikuehituse valdkonnas. Maastikuprojekteerimise koguseid ei käsitleta, kuna projekteerimisel otseselt

kasvumulla ei kasutata ning sellega välistatakse olukord, et kogused võivad hakata kattuma.

**Tabel 4.2.** Kasvumulla kasutamise kogused

| <b>Valdkond</b>            | <b>Keskmise kasvumulla kihi paksus</b> | <b>Summaarne ehitatav pindala</b> | <b>Kasvumulla kogus</b>  |
|----------------------------|--|-----------------------------------|--|
| Maastikuehituse ettevõtted | 5 – 10 cm                              | 13 160 – 14 455 m <sup>2</sup>    | min 658 – 723 m <sup>3</sup><br>max 1316 - 1446 m <sup>3</sup>   |
|                            | 10 – 20 cm                             | 20 304 – 22 302 m <sup>2</sup>    | min 2030 – 2230 m <sup>3</sup><br>max 4060 - 4460 m <sup>3</sup> |
|                            | 20 – 30 cm                             | 4136 – 4543 m <sup>2</sup>        | min 827 – 909 m <sup>3</sup><br>max 1241 - 1363 m <sup>3</sup>   |

Lisaväetiste kasutamise vajadus maastikuehituse ja -projekteerimisega tegelevates ettevõtetes on esitatud tabelis 4.3. Üldarvestuse protsentuaalsed vastused on esitatud tulemuste kokkuvõttes (lisa 3).

**Tabel 4.3.** Lisaväetiste kasutamine

| <b>Valdkond</b>         | <b>Kasutatakse lisaväetist</b> | <b>Ei kasutata lisaväetist</b> | <b>Ei ole kasutamisest teadlik</b> |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Maastikuprojekteerimine | 6%                             | 12%                            | 82%                                |
| Maastikuehitus          | 24%                            | 68%                            | 8%                                 |

Küsimustes, mis esitati reoveesette kasutamise kohta, sooviti teada saada, kui paljud ettevõtted on töödeldud sette ja/või selle komposti kasutamise võimalustest teadlikud; uuriti ka üldist suhtumist komposti kasutamise osas. 78% vastanud ettevõtetest olid teadlikud, et töödeldud reoveesetet ja selle komposti saab maastikuehituse valdkondades edukalt kasutada, samas 22% vastanutest tunnistasid, et nad ei ole kasutamise võimalustest teadlikud. Kõikidest vastanutest 70% nõustus väitega, et töödeldud reoveesette kasutamine on keskkonnasäästlik ja selle kompost oluline kasvupinnase alternatiivmaterjal. Kusjuures 19% ettevõtete esindajatest väitega ei nõustunud ning kuus (11%) vastanut tunnistasid, et neil puudusid teemakohased teadmised.

Maastikuehituse valdkonna erinevate tööde teostamiseks olid töödeldud reoveesetet ja selle komposti kasutanud 59% maastikuehitusega seotud ettevõtetest. Ainult 6% maastikuprojekteerimisega tegelevatest ettevõtetest on projektis soovitanud selle kasutamist, kusjuures maastikuehituses 41% ja -projekteerimisel 94% ei ole setet ja selle

komposti tööde teostamisel või projekteerimisel üldse kasutanud. Üldarvestuse protsentuaalsed vastused on esitatud tulemuste kokkuvõttes (lisa 3).

Ettevõtted on reoveesetet või selle komposti kasutanud järgmistel otstarvetel:

- haljastuse rajamis- ja taastamistöodel;
- täitemullana muru aluspinnasena;
- istutusala rajamisel ja ettevalmistamisel (püsikute, põõsaste ja puude istutamiseks);
- kiviktaimla rajamisel;
- teeäärte haljastamisel;
- biotiikide kallasalade rajamisel;
- haljastusmullana reoveepuhasti territooriumi haljastusel.

Lisaks toodi välja, et kvaliteetselt töödeldud setet ollakse nõus kasutama suurtel kommertsaladel. Eramajade haljasaladel ei soovita tööde teostamisel setet kasutada, kuna kardetakse aeda tuua inimesele ohtlikke aineid ja parasiite.

Reoveesette või selle komposti vähest või mitte kasutamist põhjendati ettevõtete poolt järgmiste argumentidega:

- reoveesette kompost ei ole mõnedel objektidel olnud kvaliteetne – ebameeldiv lõhn, korralikult lagunemata, puudub peenosis, liiga happeline ning suur toitainete sisaldus;
- kompost sisaldab raskemetalle ja helmintide mune, lisaks on materjal ebastabiilne, kuivab põuaga kokku, vetrub ning kaotab kasvuks vajalikud omadused aastaga;
- tellija ei ole soovinud või andnud luba reoveesette komposti kasutamiseks peamisel selle halva kuulsuse tõttu;
- projekteerimisel jäetakse täite- ja kasvupinnase valik tellija või töö teostaja otsustada (täpseid nõudeid kasvupinnasele projektis ei esitata);
- tööde teostamisel on kasutatud objektidelt kooritud pinnast;
- enamjaolt projekteeritakse haljasalade katmist kasvumullaga;
- Eestis on teada vähe töödeldud reoveesette pakkujaid, samuti puudub teave hinna ning kättesaadavuse kohta;
- tihti asuvad teostatavad objektid maapiirkondades, mistõttu transpordimaad on pikad ning kulukad;

- ehitusprojektides ei esitata komposti kasutamiseks vastavaid nõudeid;
- negatiivse kogemuse tõttu ei soovi ettevõtte komposti uuesti kasutada;
- komposti on raske laiali planeerida, kuna materjal jääb tükki ning seetõttu ei jää pinnas sile, lisaks on pinnas üle väetatud;
- toitainete ülekülluse tõttu on kompostiga haljasalade rajamine keeruline.

Üle poolte vastanutest (68% maastikuehitusega ning 65% maastikuprojekteerimisega tegelevatest ettevõtetest) on nõus **vabatahtlikult** töödeldud reoveeset ja/või selle komposti kasutama, kui kehtiks täpne riigi poolt sätestatud regulatsioon. Lisaks vastavalt 13% ja 23% vastanud ettevõtetest on nõus setet ja komposti kasutama ainult siis, kui selle kasutamine oleks kohustuslik. Maastikuehituse valdkonna poolt 19% ja maastikuprojekteerimisel 12% ei ole nõus setet ja/või selle komposti kasutama. Üldarvestuse protsentuaalsed vastused on esitatud tulemuste kokkuvõttes (lisa 3).

Ettevõtted avaldasid töödeldud reoveesette ja selle komposti kasutamise osas arvamust. Selgus, et üle poolte (69%) ettevõtetest pigem pooldab selle taaskasutust maastikuehituse valdkonnas ning 20% vastanutest suhtub komposti kasutusse negatiivselt. 11% vastanud ettevõtetest tunnistas, et ei oska töödeldud reoveesette ja/või selle komposti kasutamise osas seisukohta võtta, kuna teemakohased teadmised puuduvad. Tulemuste kokkuvõttes (lisa 3) on esitatud ettevõtete poolne suhtumine reoveesette ja selle komposti kasutamise osas.

Küsitluse tulemustest selgus, et töödeldud reoveesette ja selle komposti puudutava informatsiooni kohta ei ole ettevõtetel piisavalt vajalikku teavet, mistõttu 72% vastanud ettevõtetest soovis saada lisateavet ning 28% ei pidanud infot oluliseks.

## 5 ARUTELU

### 5.1 Tulemuste analüüs ja järeldused

Uurimuse läbiviimisel kaasati maastikuehituse- ja projekteerimisega tegelevaid ettevõtteid. Arvestades asjaolu, et maastikuehitus kuulub haldus- ja abitegevusi pakkuvate teenuste valdkonda, siis tegelikkuses ei ole teada täpset arvu, palju maastikuehituse alal tegutsevaid ettevõtteid Eestis kokku on [30]. Reoveesette komposti ärakasutamise seisukohast on see aga probleemiks, kuna usaldusväärse statistika puudumise tõttu ei ole reoveesette komposti kasutamise koguseid võimalik prognoosida.

Peale esimese kirja saamist vastanud ettevõtted olid väga positiivselt meelestatud ning reoveesette komposti kasutamise teemast huvitatud. Huvi väljendus kohese tagasiside andmises küsitluse kohta meilivestluse teel ning seejuures rõhutati, et ettevõtte soovib enamat informatsiooni komposti kasutamise võimalustest, kuna see on keskkonnasäästlik ja majanduslikult otstarbekas materjal. Vastanutest leidis ka neid ettevõtteid, kelle teadmised reoveesette ja/või selle komposti omaduste ja kasutusala kohta ei olnud piisavad. Seetõttu võib eeldada, et 46% ettevõtetest olid passiivsed, kuna teema kohta puuduvad põhjalikumad teadmised.

Paraku selline teadmatuse olukord väärtusliku materjali taaskasutuse osas tekitab probleeme ka teistes keskkonnaküsimustes nagu õhusaaste, osoonikihi kahanemine, pinnase ja vee saastumine jt keskkonnaprobleemid [49; 50]. Käesoleva uurimuse puhul on tegemist delikaatse temaatikaga, seda näitasid ka küsitluse tulemused, kus kõikidest vastanutest üle poolte (61% ettevõtetest) soovisid jääda tulemuste avaldamisel anonüümseks.

Samas üle poolte vastanutest olid teadlikud, et reoveesette ja/või selle komposti saab edukalt maastikuehituse valdkonnas kasutada ning üle poolte vastanud ettevõtetest tegelesid ka maastikuehituse valdkonnaga. See tõestab, et reoveesette ja/või komposti kasutamine omab suuremat tähelepanu maastiku ehitamisel, kui maastikuprojekteerimise valdkonnas. Kuna projekteerimisel lahendatakse vaid projektülesanne ning antakse täpsed tööde kirjeldused, siis projekti teostus jääb ehitaja pädevusse. Seetõttu esinesid ka vähesed teadmised komposti kasutamise osas maastikuprojekteerimise valdkonna ettevõtetes. Lisaks vastati, et reoveesette komposti kasutamise kohustust projektis ei täpsustata ning kasvupinnase valik jääb ehitaja otsustada. Kui kehtiks riigi poolt sätestatud reoveesette

kasutamise täpne regulatsioon, siis oleks võimalik kohustada maastikuehituse ettevõtteid komposti rohkem kasutama, mis aga vähendaks tunduvalt reoveesette komposti ülejääki vee-ettevõtjatel ning seega ka tekkivate jäätmete hulka.

Kuigi reoveesette puhul on tegemist keskkonnaohtliku jäätmega [70; 81], siis selle komposti taaskasutamist toetatakse Nõukogu direktiiviga, et vähendada maad raiskavat kasutamist ning säästa loodusvarasid [138]. Mitmetes uuringutes ja aruannete tulemustes on välja toodud, et reoveesette ära kasutamine on suureks probleemiks reoveekäitlemisega seotud ettevõtetele [76; 77; 99], kuna tekib pidev komposti ülejääk [99, lk 77]. Põllumajanduses kasutamise vähenemine põhjustab veelgi suurema ülejäägi [11; 13], mida käitlejatel tuleb ladestada prügilasse või ladustada reoveepuhasti territooriumile [96]. Uuringuid reoveesette ja selle komposti kohta on samuti läbi viidud mitmeid [76; 77; 99], kuid konkreetseid kasutamise võimalusi maastikuehituse valdkondades ei ole välja pakutud. Samuti ei ole Eestis täpset komposti kasutamist haljastamisel õigusaktidega reguleeritud.

Tulemustest selgus, et kõik vastanud maastikuehitusega tegelevad ettevõtted kasutavad tööde teostamisel kasvupinnasena kasvumulda, mis on oluline looduslik taimede kasvukeskkonna materjal [41]. Mulla seisukord on aga vastavalt ÜRO Keskkonnaprogrammile ja Euroopa Keskkonnaameti sõnul kehvast seisust selle pideva degradeerumise tõttu [140, lk 6-7]. Samuti kasutati Nõukogude perioodil Eestis intensiivselt suuri maa-alasid ja nende häid omadusi, mistõttu on mullad muutunud toitainete vaeseks [54]. Lisaks on linnades muutumas suureks probleemiks muldade tehnogeenne reostus [18; 129].

Muldadele koormuse vähendamiseks on otstarbekas kasutada reoveesetet ja selle komposti, mida tulemuste põhjal aga jätkusuutlikult kasutatakse vähe (1% juhtudest). Samas üle poole vastanud ettevõtetest oli reoveesette komposti haljastustööde teostamisel korraliselt kasutanud, kuid lisati, et tihti ei ole tellijad sellise materjali kasutamisega nõus, kuna materjalide (muld või reoveesette kompost) valikul tehakse otsuseid isiklike teadmiste ning kogemuste põhjal.

Käesoleva uurimuse tulemustest ning kirjanduse põhjal võib järeldada, et komposti vähese nõudluse võimalikud põhjused peituvad inimeste teadmatuses ning negatiivses meedia kajastuses [143-147]. Uuringud kinnitavad, et reoveesette ja selle komposti nõuetekohane



kasutamine haljastamisel ei tekita negatiivseid keskkonnamõjusid ning samuti ei ohusta see inimeste tervist [97; 98]. Lisaks on maailmapraktika tulemused näidanud, et ka pikaajalisel reoveesette komposti rakendamisel haljastuses (kuni 30 aastat ning kuus tonni hektarile) keskkonnaseisund ei halvene [14].

Võttes arvesse vaadeldud uuringute tulemusi, ei ole soovitatud kasutada puhast reoveesette komposti, vaid segatuna seda kindlates vahekordades olemasoleva pinnase või turbaga. Tulemustest selgus, et mõnedel juhtudel ei ole komposti kasutamisega positiivseid tulemusi saavutatud. Negatiivsete tulemuste põhjus võis seisneda selles, et komposti kasutati valedes vahekordades olemasoleva pinnasega või kasutati ainult reoveesette komposti. See aga viitab inimeste teadmatusle komposti kasutamise osas, kuna näited maailmapraktikast kinnitavad, et õigestes kogustes reoveesette komposti kasutamine on efektiivne ja säästlik lahendus ning on samaväärne või parem, kui mulla ning anorgaaniliste väetiste kasutamine [8; 127].

Siiski osa vastanud ettevõtteid on vajaliku tulemuse saavutamiseks kasutanud lisaväetiseid, kuigi fosfor on üks olulistest loodusvaradest, mille ammendumine lähitulevikus saab suureks probleemiks [139]. Reoveesette kompost on aga suur fosforiallikas. Sette kuivaines sisaldub 1,6% fosforit ning lisaks kõiki teisi taimedele elutegevuseks vajalikke toitaineid [120, lk 552-553]. Arvestades eeltoodut, saab reoveesette komposti kasutamisega lisaks muldade kvaliteedi parandamisele vähendada ka lisaväetiste kasutamise vajadust [112]. Selline tegevus vähendab ettevõtte kulusid lisaväetiste hankimisele ja mis veel tähtsam – vähenevad fosforiidi kaevandamisega kaasnevad keskkonnaprobleemid.

Kuna maastikuehituse ja -projekteerimise ettevõtetes tegeletakse kõige rohkem haljas- ja istutusala ning mitmesuguste murualade taastamise, rajamise ja hooldusega, siis võiks reoveesette komposti kasutamisel enam tähelepanu pöörata just nendele kasutusala. Maastikuehituse ettevõtted on seni mingil määral küll reoveesette komposti kasutanud, kuid tegelikkuses on võimalik seda rohkem kasutada. Tulemustest selgus, et maastikuehituse ettevõtted kasutavad kasvumulda kuni 41 300 m<sup>2</sup> suurusel alal 7269 m<sup>3</sup>. Arvestades vaadeldud katsetes antud soovitusi komposti sisalduse osas ning uurimistö tulemusi, saab kasvumulda reoveesette ja selle kompostiga asendada järgmistes kogustes:

- Rootsi männimetsa uurimuses soovitati reoveesette koguseks 20t/ha (ümber arvatult 0,006 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>) [134], mis tulemuste põhjal teeb võimalikuks kasutamise koguseks ligikaudu 248 m<sup>3</sup> reoveesetet.

- Eesti katses erinevate puuliikidega kasutati reoveesette kogust 110 t/ha (ümber arvatult  $0,033 \text{ m}^3/\text{m}^2$ ) [136], seega on võimalik puude kasvatamiseks ära kasutada ligikaudu  $1363 \text{ m}^3$  reoveesette kogusest.
- Murudega läbi viidud Venemaa katses soovitati kasutada 25%-lise sisaldusega reoveesette komposti [18], mille tulemusel on võimalik ära kasutada  $1817 \text{ m}^3$  reoveesette kogusest.
- Lähtuvalt Eestis läbi viidud katsetest konteinerilutaimedega [124], saab pinnase parandamiseks kasutada reoveesette komposti sisaldusega 25%-50% pinnase kogumahust, mille arvutuslikuks koguseks on keskmiselt  $2759 \text{ m}^3$  reoveesetest.
- Toetudes Hiina katses läbi viidud uurimusele [123], on võimalik 45%-lise komposti sisaldusega ära kasutada  $3271 \text{ m}^3$  reoveesette kogusest.
- Rhodose saare uurimuses soovitati teepeenarde haljastamisel kasutada 50%-lise komposti sisaldusega pinnast [133]. Eesti oludes võimaldaks taoline komposti rakendamine kasutada  $3635 \text{ m}^3$  reoveesetet.
- 50%-75%-list komposti sisaldust soovitas Loid (2014) aed-leeklillede kasvatamisel [126], mille tulemusena saab ära kasutada kuni  $5452 \text{ m}^3$  reoveesetest.

Arvestades uurimuses saadud tulemusi, võib järeldada, et tegelikkuses on võimalik reoveesette komposti haljastamisel rohkem kasutada. Reoveesette kasutamist reguleerib küll määrus [69], kuid nõudeid näiteks reoveesette komposti kasutuse koguste kohta selles ei esitata. Aastas tekkivat reoveesette kogust ( $167\,000 \text{ m}^3$ ) [88] on võimalik kompostina konkreetsemate riiklike regulatsioonide abil vähendada. Paljud ettevõtted on nõus komposti ka **vabatahtlikult** kasutama, kui kehtiks täpne riigi regulatsioon. Arvutuste kohaselt on võimalik hulgaliselt reoveesetet ära kasutada, kui maastikuehituse ettevõtted oleksid kohustatud haljastustöödel kasutama reoveesette komposti 25% ulatuses olemasoleva pinnase koostisosana selle kogumahust.

Suurem osa ettevõtetest ostab kasvupinnast hinnaga 5-7 eurot tonn või veelgi kallimalt. Samas on reoveesette komposti maksumuseks ligikaudu 4 eurot tonn [99; 148] või antakse seda ära hoopiski tasuta [43]. Transpordikulused antud töö eesmärkidest lähtuvalt ei arvestatud, kuna suure tõenäosusega, olenemata maastikuehituse objekti asukohast, kaasnevad need ka lisaväetiste või muu materjali kohaletoimetamise korral. Tulenevalt materjali hindade erinevusest on ettevõtetal suur võimalus kuludelt efektiivselt kokku hoida ning samas kaasa aidata keskkonda säästvate tegevusele.

Paljud ettevõtted soovivad lisateavet reoveesete komposti puudutava informatsiooni kohta ning sellest võib ka järeldada, et teadmised on küll kesised, kuid huvi suur, sest tegemist on siiski keskkonnasäästliku lahendusega.

## **5.2 Soovitused ja ettepanekud**

Võttes arvesse vaadeldud uuringute ja käesoleva uurimistöö tulemusi, teeb autor nende põhjal järgmised soovitused ja ettepanekud, et suurendada reoveesete komposti kasutamist maastikuehituse valdkondades:

- luua jätkusuutlik kontrollvõrgustik, et kogu tekkiv reoveesete suunatakse hügieenilise ja keemilise ohutuse tagamiseks töötlemisele;
- kaardistada reoveesete komposti tekkimise asukohad, et lihtsustada maastikuehituse ettevõtetele selle kasutamist;
- uurida põhjalikumalt maastikuehitusega tegelevate ettevõtete potentsiaali haljastustöödel reoveesete komposti kasutamiseks;
- tõsta reoveesete komposti kasutajate teadlikkust selle kasulike omaduste, kättesaadavuse, hinna ja kasutusvaldkondade suhtes ning kasutuse ulatust;
- komposti kasutamisel kaevata see läbi olemasoleva pinnasega;
- projekteerimisettevõtted võiksid soovitada ja täpsustada maastikuehitustööde projektlahenduste väljatöötamisel komposti kasutamise võimalusi;
- tunnustada reoveesete komposti kasutavaid maastikuehituse ettevõtteid keskkonda säästva tegevuse kaasa aitamise eest;
- lihtsustada reoveesete ja selle komposti kasutamise aruandlust;
- reguleerida reoveesete komposti kasutamist maastikuehituse ettevõtetes haljastamisel täpsema riikliku regulatsiooni alusel.

## KOKKUVÕTE

Pideva linnastumise ning rahvastiku arvu kasvu tõttu suureneb reoveesette koguste hulk iga aastaga kogu maailmas. Eestis tekib töödeldud reoveesetet ligikaudu 55 000 tonni aastas, kuid selle taaskasutamine on üsnagi problemaatiline. Vähesest kasutamisest tulenevad aga mitmesugused negatiivsed keskkonnamõjud. Nii Eestis kui ka mujal maailmas on keskkonna saastumise vältimiseks tehtud viimastel aastakümnetel suuri edusamme.

Maastikuehitusel on keskkonna jätkusuutlikkuses oluline roll – vähendab õhusaastet ja üleujutuse ohtu, puhastab pinnavett ning takistab erosiooni tekkimist. Et maastikuehituse objektid saaksid mõjuda täisväärtuslikult, tuleb seda kavandada keskkonda säästvalt ning luua funktsionaalne ja struktuurse kooskõlaga väliruum, mille üks oluline osa on rohestruktuur. Haljastamisel on selle efektiivsemaks kasvuks ja paremaks visuaalseks väljanägemiseks otstarbekas taaskasutada tekkivat reoveesette komposti, kuna sellel on mullaomadusi parandav võime. Samuti vähendab reoveesette komposti kasutamine negatiivseid keskkonnamõjusid.

Euroopa Liidu poliitikas aga ei ole õigusakte reoveesette kasutamiseks maastikuehitustöödel kehtestatud. Kuigi Eestis on töötlemata reoveesette kasutamine Keskkonnaministri määruse nr 78 kohaselt keelatud, siis puudub täpselt reguleeritud seadusandlus reoveesette kasutamise kohta haljastamisel. Teisalt toetatakse sette taaskasutust Nõukogu direktiiviga 1999/31/EÜ, et vähendada maad raiskavat kasutamist ning väärtustatakse ka maastike kaitset Euroopa maastikukonventsiooniga. Nii Eestis kui mujal maailmas on läbi viidud uuringuid reoveesette komposti kasutamise mõjudest erinevatele taimeliikidele, mille põhjal saab teha järeldusi komposti rakendamiseks haljastamisel maastikuehituse objektidel Eestis.

Reoveesette ja selle komposti rakendamisel haljastuses on oluline jälgida töödeldava pinnase kvaliteeti ning komposti doosi töödeldava ala kohta, et ei ületataks toitaine ja raskemetallide kogust pinnases.

Käesoleva magistr töö tulemused vastavad püstitatud eesmärkidele. Magistr töö tulemuste põhjal kinnitati ka püstitatud hüpoteesid. Vaadeldud uuringute tulemused näitasid, et nõudeid järgides ei ohustata reoveesette ja komposti kasutamisega pinnase parandamise

eesmärgil inimest ega keskkonda. Uurimuse tulemustest selgus, et inimesed ei ole komposti kasutusvaldkondadest ja võimalustest piisavalt teadlikud ning meedia negatiivsest kajastusest on põhjustatud reoveesette komposti halb maine.

Reoveesette komposti kasutamine haljastamisel on sette koguse vähendamiseks majanduslikult soodne ja seejuures annab ka ökoloogilist kasu ning vähendab negatiivseid keskkonnamõjusid – väheneb ladestamine prügilatesse, paranevad taimede kasvutingimused, suureneb muldade kvaliteet ja bioloogiline aktiivsus, väheneb väetiste kasutamise vajadus ning pinnase erosioonitundlikkus. Kokkuvõtteks tulemuste põhjal võib hinnata reoveesette komposti kasutamist jätkusuutlikuks ja keskkonnasõbralikuks. Samas on oluline reguleerida selle kasutamine täpsete õigusaktidega ning teadvustada rohkem nii kasutajaid kui tellijaid rakendamise ohutusest ja võimalikkusest haljastamisel.

## TÄNUSÕNAD

Täna moraalsete, asjatundlike ja heasoovlike juhendamise eest magistr töö juhendajat Egge Haibat ning küsitlusele vastanud ettevõtteid, kes käesoleva töö valmimisele kaasa aitasid. Suur aitäh TTÜ Tartu Kolledži kooliperele ning mõistva suhtumise eest ettevõtte Keskkond & Partnerid kollektiivile. Suured tänud perele ja sõpradele moraalsete toe ja abi eest.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Euroopa Komisjon. EU-27. Kättesaadav: <https://datacollection.jrc.ec.europa.eu/eu-27> (06.05.2016).
2. Nurme, S., Nutt, Nele. 2012. Pargiterminite seletussõnaraamat. Tartu.
3. Eesti Entsüklopeedia. 2006. Haljasvöönd. Kättesaadav: <http://entsyklopeedia.ee/artikkel/haljasv%C3%B6%C3%B6nd2> (06.05.2016).
4. Grant, G., Engelback, L., Nicholson, B. 2003. Green Roofs: their existing status and potential for conserving biodiversity in urban areas. Peterborough.
5. Eesti Keele Instituut. Eesti keele seletav sõnaraamat. Kättesaadav: <http://www.eki.ee/dict/ekss/index.cgi?Q=makett&F=M> (28.04.2016).
6. Business Dictionary koduleht. pH scale. Kättesaadav: <http://www.businessdictionary.com/definition/pH-scale.html> (06.05.2016).
7. Hellström, K. 2010. Maastikuhooldus. Tallinn.
8. Lu, Q., He, Z.L., Stofella, P.J. 2012. Land Application of Biosolids in the USA: A Review. *Applied and Environmental Soil Science*, Vol. 2012, article ID 201462.
9. Jewell, W.J., Seabrook, B.L. 1979. History of land application as a treatment alternative. Kättesaadav: [https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-07/documents/1979\\_history\\_of\\_land\\_application\\_as\\_a\\_treatment\\_alternative.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-07/documents/1979_history_of_land_application_as_a_treatment_alternative.pdf) (12.05.2016).
10. Zuloaga, O., Navarro, P., Bizkarguenaga, E., Iparraguirre, A., Vallejo, A., Olivares, M., Prieto, A. 2012. Overview of extraction, clean-up and detection techniques for the determination of organic pollutants in sewage sludge: A review. *Analytica Chimica Acta*, Vol. 736, pp. 7-29.
11. Riigikogu keskkonnakomisjon. 2013. Reoveepuhastis käsitletavast reoveesetest tekkiva keskkonnanäiringu vähendamise võimalused. Kättesaadav: [http://www.riigikogu.ee/v/failide\\_arhiiv/Riigikogu/Keskkonnakomisjon/raport.pdf](http://www.riigikogu.ee/v/failide_arhiiv/Riigikogu/Keskkonnakomisjon/raport.pdf) (1.04.2016).
12. Hope, J. 1986. Sewage sludge disposal and utilization study. Kättesaadav: <http://www.wsipp.wa.gov/ReportFile/1127> (14.04.2016).
13. Eurostat andmebaas. Sewage sludge production and disposal. Kättesaadav: [http://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/env\\_ww\\_spd](http://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/env_ww_spd) (06.04.2016).
14. Ma, W., Liu, F., Cheng, X., Jing, Y., Nie, C., Zhang, P. 2015. Environmental evaluation of the application of compost sewage sludge to landscaping as soil

- amendments: a field experiment on the grassland soils in Beijing. *Desalination and Water Treatment*, Vol. 54, pp. 1118-1126.
15. Andrés, P., Mateos, E., Tarrasón, D., Cabrera, C., Figuerola, B. 2011. Effects of digested, composted, and thermally dried sewage sludge on soil microbiota and mesofauna. *Applied Soil Ecology*, Vol. 48, pp. 236-242.
  16. Keskkonnaministeerium. 2014. Riigi Jäätmekava 2014-2020. Kättesaadav: [http://www.envir.ee/sites/default/files/riigi\\_jaatmekava\\_2014-2020.pdf](http://www.envir.ee/sites/default/files/riigi_jaatmekava_2014-2020.pdf) (21.03.2016).
  17. Keskkonnaministeerium. 2014. Olemasoleva jäätmekäitluse kirjeldus. Kättesaadav: [http://www.envir.ee/sites/default/files/jaatmekaitluse\\_hetkeolukord.pdf](http://www.envir.ee/sites/default/files/jaatmekaitluse_hetkeolukord.pdf) (31.03.2016).
  18. Maksimova, S., Kosourova, D., Pesheva, A. 2015. Recycling of Wastewater Treatment Plants Sludge in Urban Landscaping in West Siberia. *Procedia Engineering*, Vol. 117, pp. 232-238.
  19. Sinisalo, A. 1999. Aiakunst läbi aegade I osa. Tallinn.
  20. Omics International koduleht. Landscape engineering. Kättesaadav: [http://research.omicsgroup.org/index.php/Landscape\\_engineering](http://research.omicsgroup.org/index.php/Landscape_engineering) (24.03.2016).
  21. Study koduleht. Landscape Engineer: Job Description, Duties and Requirements. Kättesaadav: [http://study.com/articles/Landscape\\_Engineer\\_Job\\_Description\\_Duties\\_and\\_Requirements.html](http://study.com/articles/Landscape_Engineer_Job_Description_Duties_and_Requirements.html) (24.03.2016).
  22. United States Environmental Protection Agency koduleht. Green engineering. Kättesaadav: <https://www.epa.gov/green-engineering> (24.03.2016).
  23. Learn koduleht. What Does a Landscape Engineer Do? Kättesaadav: [http://learn.org/articles/What\\_Does\\_a\\_Landscape\\_Engineer\\_Do.html](http://learn.org/articles/What_Does_a_Landscape_Engineer_Do.html) (10.04.2016)
  24. Leet, L 2013. Maastikuehitaja: looduses tegutsev tehnikahuviline looja. Kättesaadav: [http://www.rajaleidja.ee/persoonilood\\_maastikuehitaja](http://www.rajaleidja.ee/persoonilood_maastikuehitaja) (22.03.2016).
  25. Estlandscape OÜ koduleht. Maastikuarhitektuur, -ehitus. Kättesaadav: <http://estlandscape.eu/> (24.03.2016).
  26. Kutseharidus koduleht. Maastikuehitus, 3,5 a – Luua Metsanduskool. Kättesaadav: <http://kutseharidus.ee/oppekava/maastikuehitus-35-a-luua-metsanduskool/> (24.03.2016).
  27. SA Kutsekoda koduleht. 2012. Kutsestandardid. Kättesaadav: <http://www.kutsekoda.ee/et/kutseregister/kutsestandardid/10453471> (24.03.2016).
  28. Nurme, S. 2003. Haljasalade kujundamine. Tartu.
  29. Tuul, K. 2009. Linnahaljastus. Tartu.



30. Registrate ja Infosüsteemide Keskus. Klassifikaatori otsing. Kättesaadav: <https://emtak.rik.ee/EMTAK/pages/klassifikaatorOtsing.jsp> (24.03.2016).
31. Registrate ja Infosüsteemide Keskus. Statistika. Kättesaadav: <http://www.rik.ee/et/e-ariregister/statistika> (24.03.2016).
32. Benita Grupp koduleht. Koduaia rajamine. Kättesaadav: <http://www.benitagrupp.ee/index.php?page=107> (26.03.2016).
33. Eesti Murud koduleht. Haljastus. Kättesaadav: <http://www.eestimurud.ee/?sisu=tootekataloog&lang=est&kat=619&mid=8> (26.03.2016).
34. Estlandscape OÜ koduleht. Teenused. Kättesaadav: <http://estlandscape.eu/teenused/> (26.03.2016).
35. Säätva arengu sõnaseletusi. Looduslik ja tehislik. Kättesaadav: [http://www.seit.ee/sass/?ID=1&L\\_ID=200](http://www.seit.ee/sass/?ID=1&L_ID=200) (28.03.2016).
36. Ehitusmaterjalid maastikuehituses. Materjalide kirjeldused. Kättesaadav: <https://sites.google.com/site/ehitusmaterjalidme/materjalide-kirjeldused> (28.03.2016).
37. Ehitusmaterjalid maastikuehituses. Naturaalses olekus anorgaanilised materjalid. Kättesaadav: <https://sites.google.com/site/ehitusmaterjalidme/materjalide-kirjeldused/naturaalses-olekus-anorgaanilised-materjalid> (28.03.2016).
38. Aabeko Trans. Pinnasmaterjalid. Kättesaadav: <http://www.aabeko.ee/?page=pinnas&lang=et> (27.03.2016).
39. Marutschke, M. Karesansui. Kättesaadav: <http://www.kyotoguide.com/ver2/thismonth/Karesansui.html> (27.03.2016).
40. Tartu Ülikool. Turvas. Kättesaadav: <http://www.ut.ee/BGGM/maavara/turvas.html> (27.03.2016).
41. Mölder, A. 2011. Haljasalade kasvupinnased ja multšid. Kättesaadav: [http://www.ekk.edu.ee/vvfiles/0/haljasalade\\_kasvupinnased\\_ja\\_multsid.pdf](http://www.ekk.edu.ee/vvfiles/0/haljasalade_kasvupinnased_ja_multsid.pdf) (27.03.2016).
42. Ehitusmaterjalid maastikuehituses. Kombineeritud materjalid. Kättesaadav: <https://sites.google.com/site/ehitusmaterjalidme/materjalide-kirjeldused/kombineeritud-materjalid> (28.03.2016).
43. Tallinna Vesi. Haljastusmuld. Kättesaadav: <http://www.tallinnavesi.ee/est/Lisateenused/Haljastusmuld> (28.03.2016).
44. The Free Dictionary. Environment. Kättesaadav: <http://www.thefreedictionary.com/environment> (23.03.2016).

45. Gehl, J. 2015. Linnad inimestele. Tallinn.
46. Khalilnezhad, S.M.R., Meiboudi, H., Karimzadegan, H. 2012. Landscape engineering education in Iran. *Social and Behavioral Sciences, Vol. 46*, pp. 394–398.
47. Zhou, S., Huang, Y., Yu, B., Wang, G. 2015. Effects of human activities on the eco-environment in the middle Heihe River Basin based on an extended environmental Kuznets curve model. *Ecological Engineering, Vol. 76*, pp. 14-26.
48. Steffen, W., Sanderson, A., Tyson, P., Jäger, J. 2005. Global Change and the Earth System: A Planet Under Pressure. Berlin.
49. Kampa, M., Castanas, E. 2008. Human health effects of air pollution. *Environmental Pollution. Vol. 151*, pp.362-367.
50. Pacific Northwest. Reduce the Environmental Effects of Human Activities and Create Sustainable Systems. Kättesaadav: <http://www.pnnl.gov/missions/environment.asp> (23.03.2016).
51. Ward Thompson, C. 2011. Linking landscape and health: The recurring theme. *Landscape and Urban Planning, Vol. 99*, pp. 187-195.
52. Euroopa Komisjon. 2009. Looduse osa kliimamuutuses. Kättesaadav: [http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Nature%20and%20Climate%20Change/Nature%20and%20Climate%20Change\\_ET.pdf](http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Nature%20and%20Climate%20Change/Nature%20and%20Climate%20Change_ET.pdf) (23.03.2016).
53. Ojasoo, K. 2014. Implementing the European Landscape Convention in Estonia: Understanding the Estonian landscape and the influence on the Soviet era. Tartu.
54. Bell, S., Nikodemus, O., Peneze, Z., Kruze, I. 2009. Management of cultural landscapes: what does this mean in the Former Soviet Union? A case study from Latvia. *Landscape Research, Vol. 34*, pp. 425-455.
55. Yi, X.S., Li, G.S., Yin, Y.Y. 2012. The impacts of grassland vegetation degradation on soil hydrological and ecological effects in the source region of the Yellow River – A case study in Junmchang region of Maqin country. *Procedia Environmental Sciences, Vol. 13*, pp. 967-981.
56. Sepp, K. 2000. Euroopa maastikukonventsioon allkirjastamiseks avatud. Kättesaadav: [http://www.loodusajakiri.ee/eesti\\_loodus/EL/vanaweb/0011/maastikukonventsioon.html](http://www.loodusajakiri.ee/eesti_loodus/EL/vanaweb/0011/maastikukonventsioon.html) (24.03.2016).
57. Unt, A-L. 2013. Euroopa maastikukonventsiooni idee. Kättesaadav: <http://maastikukonventsioon.edicy.co/konventsioonist> (24.03.2016).
58. Galazan, A. 2014. Õigus maastikule. Kättesaadav: <http://www.maastikuarhitekt.ee/uudised/aljona-galazan> (24.03.2016).

59. Euroopa Nõukogu. 2000. Euroopa maastikukonventsioon. Firenze. Kättesaadav: <https://rm.coe.int/CoERMPublicCommonSearchServices/DisplayDCTMContent?documentId=09000016802f3fa9> (24.03.2016).
60. Rimm, D. 2007. Euroopa maastikukoventsiooni rakendamise vajadus ja võimalused Eestis. Tartu.
61. Cicea, C., Pîrlogea, C. 2011. Green spaces and public health in urban areas. *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management, Vol. 6*, pp. 83-92.
62. Johnson, F. 2011. Essential requirements for plant growth. Kättesaadav: <http://www.vellag.com/index.php/articles/what-plants-require-for-growth/> (11.04.2016).
63. Lines-kelly, R. 2004. Plant nutrients in the soil. Kättesaadav: <http://www.dpi.nsw.gov.au/agriculture/resources/soils/improvement/plant-nutrients> (11.04.2016).
64. Tianna Dupont, S. 2012. Soil quality. Kättesaadav: [http://extension.psu.edu/business/start-farming/soils-and-soil-management/soil-quality-introduction-to-soils-fact-sheet/extension\\_publication\\_file](http://extension.psu.edu/business/start-farming/soils-and-soil-management/soil-quality-introduction-to-soils-fact-sheet/extension_publication_file) (11.04.2016).
65. NeSmith, J., McElwee, E.W. 1974. Soil reaction (pH) for flowers shrubs and lawn around the home. Gainesville. Kättesaadav: <http://ufdc.ufl.edu/UF00072573/00001/2j> (11.04.2016).
66. Kidd, P.S., Proctor, J. 2001. Why plants grow poorly on very acid solids: are ecologists missing the obvious? *Journal of Experimental Botany, Vol. 52*, pp. 791-799.
67. Veeseadus<sup>1</sup>. Riigikogu 11. mai 1994.a seadus (RT I 1994, 40, 655). Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/106012016014?leiaKehtiv> (31.03.2016).
68. Jäätmeseadus<sup>1</sup>. Riigikogu 28. jaanuari 2004.a seadus (RT I 2004, 9, 52). Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/114062013006?leiaKehtiv> (31.03.2016).
69. Reoveesette põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutamise nõuded<sup>1</sup>. Keskkonnaministri 30. detsembri 2002.a määrus nr 78 (RTL 2003, 5, 48). Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/761407?leiaKehtiv> (28.03.2016).
70. Sadeh, Y., Poulsen, T.G., Bester, K. 2015. Impact of compost process conditions on organic micro pollutant degradation during full scale composting. *Waste Management, Vol. 40*, pp. 31-37.
71. Gong, M., Zhu, W., Zhang, H., Su, Y., Fan, Y. 2016. Polycyclic aromatic hydrocarbon formation from gasification of sewage sludge in supercritical water: The concentration

- distribution and effect of sludge properties. *The Journal of Supercritical Fluids*, Vol. 113, pp. 112-118.
72. Maastik, A. 1984. Veekaitse põllumajanduses. Tallinn.
73. Arthurson, V. 2008. Proper sanitization of sewage sludge: a critical issue for a sustainable society. *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. 74, pp. 5267-5275.
74. Kearney, T.E., Larkin, M.J., Levett, P.N. 1994. Metabolic activity of pathogenic bacteria during semicontinuous anaerobic digestion. *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. 60, pp. 3647-3652.
75. Sahlström, L. 2003. A review of survival of pathogenic bacteria in organic waste used in biogas plants. *Bioresource Technology*, Vol. 87, 161-166.
76. Kõrgmaa, V. 2010. Reoveesette töötlemise strateegia väljatöötamine, sh ohutu taaskasutamise tagamise järelvalve tõhustamise, keemiliste- ja bioloogiliste indikaatornäitajate rakendamise ning kvaliteedi süsteemide juurutamise abil. II etapp. Kättesaadav: [http://www.klab.ee/wp-content/uploads/2010/05/Reoveesette\\_tootlemise\\_strateegia.pdf](http://www.klab.ee/wp-content/uploads/2010/05/Reoveesette_tootlemise_strateegia.pdf) (31.03.2016).
77. Kõrgmaa, V. 2012. Reoveesette töötlemise strateegia väljatöötamine, sh ohutu taaskasutamise tagamine järelvalve tõhustamise, keemiliste- ja bioloogiliste indikaatornäitajate rakendamise ning kvaliteedisüsteemide juurutamise abil. III etapp. Kättesaadav: [http://www.klab.ee/wp-content/uploads/2009/06/KIK99-parandustega\\_netti.pdf](http://www.klab.ee/wp-content/uploads/2009/06/KIK99-parandustega_netti.pdf) (01.04.2016).
78. Keskkonnaministeerium. 2014. Asulareovee puhastamise direktiivi nõuete täitmine Eestis. Tallinn. Kättesaadav: [http://www.keskkonnainfo.ee/failid/Art16\\_aruanne\\_2014.pdf](http://www.keskkonnainfo.ee/failid/Art16_aruanne_2014.pdf) (02.04.2016).
79. Nõukogu direktiiv 86/278/EMÜ, 12. juuni 1986, keskkonna ja eelkõige pinnase kaitsmise kohta reoveesetete kasutamisel põllumajanduses. Kättesaadav: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/HTML/?uri=CELEX:31986L0278&from=EN> (04.04.2016).
80. Harrison, E.Z., Oakes, S.R., Hysell, M., Hay, A. 2006. Organic chemicals in sewage sludges. *Science of the Total Environment*, Vol. 367, pp. 481-497.
81. Wolna-Maruwka, A. 2009. Estimation of Microbiological Status of Sewage Sludge Subject to Composting Process in Controlled Conditions. *Polish Journal of Environmental Studies*, Vol. 18, pp. 279-288.

82. De Filippis, P., Di Palma, L., Petrucci, E., Scarsella, M., Verdone, N. 2013. Production and characterization of absorbent materials from sewage sludge by pyrolysis. *Chemical Engineering Transactions*, Vol. 32, pp. 205-210.
83. Kelessidis, A., Stasinakis, A.S. 2012. Comparative study of the methods used for treatment and final disposal of sewage sludge in European countries. *Waste Management*, Vol. 32, pp. 1186-1195.
84. Verlicchi, P., Zambello, E. 2015. Pharmaceuticals and personal care products in untreated and treated sewage sludge: Occurrence and environmental risk in the case of application on soil – A critical review. *Science of the Total Environment* Vol. 538, pp. 750-767.
85. Chen, Y. 2012. Sewage Sludge Aerobic Composting Technology Research Progress. *AASRI Procedia*, Vol. 1, pp. 339-343.
86. Lu, Y., Wu, X., Guo, J. 2009. Characteristics of municipal solid waste and sewage sludge co-composting. *Waste Management*, Vol. 29, pp. 1152-1157.
87. Säästva Eesti Instituut. 2011. Tartu linna ja Tartu maakonna biogaasi tooraine uuring. Kättesaadav: <http://www.tartu.ee/data/Biogaasi%20toorme%20uuring%201-05-11.pdf> (31.03.2016).
88. Keskkonnaministeerium. 2016. Uuring: Eestis kasutatakse reoveesetet liiga vähe. Kättesaadav: <http://www.envir.ee/et/uudised/uuring-eestis-kasutatakse-reoveesetet-liiga-vahe> (28.04.2016).
89. Li, Y., Li, W., Liu, B., Wang, K., Su, C., Wu, C. 2013. Ammonia emissions and biodegradation of organic carbon during sewage sludge composting with different extra carbon sources. *International Biodeterioration & Biodegradation*, Vol. 85, pp. 624-630.
90. Wang, K., Li, W., Guo, J., Zou, J., Li, Y., Zhang, L. 2011. Spatial distribution of dynamics characteristic in the intermittent aeration static composting of sewage sludge. *Bioresource Technology*, Vol. 102, pp. 5528-5532.
91. Laternus, F., von Arnold, K., Grøn, C. 2007. Organic Contaminants from Sewage Sludge Applied to Agricultural Soils. False Alarm Regarding Possible Problems for Food Safety? *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 14, pp. 53-60.
92. Clarke, B.O., Smith, S.R. 2011. Review of „emerging“ organic contaminants in biosolids and assessment of international research priorities for the agricultural use of biosolids. *Environment International*, Vol. 37, pp. 226-247.

93. Ingelzakis, V.J., Zorpas, A.A., Karagiannidis, A., Samaras, P., Voukkali, I., Sklari, S. 2014. European union legislation on sewage sludge management. *Fresenius Environmental Bulletin*, Vol. 23, pp. 635-639.
94. Environmental Protection Agency. 1999. Biosolids Generation, Use, and Disposal in the United States. Kättesaadav: [https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-07/documents/biosolids\\_generation\\_use\\_disposal\\_in\\_u.s\\_1999.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-07/documents/biosolids_generation_use_disposal_in_u.s_1999.pdf) (25.04.2016).
95. Xing, Y., Ma, W., Chen, G., Guo, H., Han, D. 2012. Study on present disposal status and ecological use of sewage sludge in Beijing. *China Water & Wastewater*, Vol. 28, pp 31-34.
96. Sinikas, N. 2016. Suuliselt käesoleva töö autorile (08.04.2016).
97. Pikka, J. 2008. Kas reoveesete sobib metsakasvatuseks? Kättesaadav: [http://www.loodusajakiri.ee/eesti\\_mets/index.php?id=865&id\\_a=839&src=loe](http://www.loodusajakiri.ee/eesti_mets/index.php?id=865&id_a=839&src=loe) (19.01.2016).
98. Lillenberg, M. 2011. Residues of some pharmaceuticals in sewage sludge in Estonia, their stability in the environment and accumulation into food plants via fertilizing. Tartu.
99. Keskkonnaministeerium. 2015. Regionaalsete reoveesete käitlemise lahenduste väljatöötamine ja jäätmete lakkamise kriteeriumite väljatöötamine reoveesete kohta II. Kättesaadav: [http://www.envir.ee/sites/default/files/news-related-files/reoveesete\\_too\\_ii\\_aruanne.pdf](http://www.envir.ee/sites/default/files/news-related-files/reoveesete_too_ii_aruanne.pdf) (25.04.2016).
100. Liu, S., Song, F., Zhu, N., Yuan, H., Cheng, J. 2010. Chemical and microbial changes during autothermal thermophilic aerobic digestion (ATAD) of sewage sludge. *Bioresource Technology*, Vol. 101, pp. 9438-9444.
101. Margesin, R., Cimadam, J., Schinner, F. 2006. Biological activity during composting of sewage sludge at low temperatures. *International Biodeterioration & Biodegradation*, Vol. 57, pp. 88-92.
102. Chibuike, G.U., Obiora, S.C. 2014. Heavy metal polluted soils: effect on plants and bioremediation methods. *Applied and Environmental Soil Science*, Vol. 2014, article ID 752708.
103. Barakat, M.A. 2011. New trends in removing heavy metals from industrial wastewater. *Arabian Journal of Chemistry*, Vol. 4, pp. 361-377.
104. Babel, S., Kurniawan, T.A. 2004. Cr(VI) removal from synthetic wastewater using coconut shell charcoal and commercial activated carbon modified with oxidizing agents and/or chitosan. *Chemosphere*, Vol. 54, pp. 951-967.

105. Stasinakis, A.S. 2012. Review on the fate of emerging contaminants during sludge anaerobic digestion. *Bioresource Technology*, Vol. 121, pp. 432-440.
106. Malmborg, J., Magnér, J. 2015. Pharmaceutical residues in sewage sludge: Effect of sanitization and anaerobic digestion. *Journal of Environmental Management*, Vol. 153, pp. 1-10.
107. Haiba, E., Nei, L., Lillenberg, M., Kipper, K., Herodes, K. 2013. Degradation of some pharmaceuticals during sewage sludge composting. *Global Journal on Advances in Pure & Applied Sciences, Issue 1*, pp. 827-832.
108. Lillenberg, M., Haiba, E., Nei, L. 2012. Ravimijäägid looduskeskkonnas. Kättesaadav: [http://www.eestiloodus.ee/artikkel4679\\_4623.html](http://www.eestiloodus.ee/artikkel4679_4623.html) (22.04.2016).
109. Thiele-Bruhn, S. 2003. Pharmaceutical antibiotic compounds in soils – a review. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, Vol. 166, pp. 145-167.
110. Lillenberg, M., Roasto, M., Puessa, T. 2003. Drug residues in environment. Estimation of fluoroquinolones in soil and food plants. Tartu. Kättesaadav: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=EE2003000185> (07.04.2016).
111. Menert, A., Michelis, M., Kallaste, T., Vaalu, T. 2005. Reoveesete kui taastuva energia allikas. Üks kliimamuutuste pidurdamise võimalusi? Kättesaadav: <http://www.seit.ee/files/reoveesete%20180805.pdf> (04.04.2016).
112. Usman, K., Khan, S., Ghulam, S., Khan, M.U., Khan, N., Khan, M.A., Khalil, S.K. 2012. Sewage sludge: An important biological resource for sustainable agriculture and its environmental implications. *American Journal of Plant Sciences*, Vol. 3, pp. 1708-1721.
113. Fava III, E.M., 2016. Biosolids as a roadside amendment. Rhodos. Kättesaadav: <http://digitalcommons.uri.edu/theses/803/> (07.05.2016).
114. Brown, R.N., Sawyer, C.D. 2012. Plant species diversity of highway roadsides in southern New England. *Northeastern Naturalist*, Vol. 19, pp. 25-42.
115. Düring, R., Gäth, S. 2002. Utilization of municipal organic wastes in agriculture: where do we stand, where will we go? *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, Vol. 165, pp. 544-556.
116. Haiba, E. 2010. Ülevaade reoveesete käitlemisest ja kasutamisperspektiividest Eestis. Tartu.
117. Tilley, E., Ulrich, L., Lüthi, C., Reymond, P., Zurbrügg, C. 2014. Compendium of Sanitation Systems and Technologies. Dübendorf. Kättesaadav: [http://www.sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/TILLEY%20et%20al%202014.pdf](http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/TILLEY%20et%20al%202014.pdf)

[202014%20Compendium%20of%20Sanitation%20Systems%20and%20Technologies%20-%202nd%20Revised%20Edition.pdf](#) (02.03.2016).

118. Greater Moncton Sewerage Commission. 2008. Global atlas of excreta, wastewater sludge, and biosolids management: moving forward the sustainable and welcome uses of a global resource. Kättesaadav: [http://esa.un.org/iys/docs/san\\_lib\\_docs/habitat2008.pdf](http://esa.un.org/iys/docs/san_lib_docs/habitat2008.pdf) (13.04.2016).
119. White, R.E., Torri, S.I., Corrêa, R.S. 2011. Biosolids Soil Application: Agronomic and Environmental Implications. *Applied and Environmental Soil Science, Vol. 2011*, article ID 928973.
120. Bitton, G. 2005. Wastewater Microbiology. Hoboken.
121. Akat, H., Çetinkale Demirkan, G., Akat, Ö., Yağmur, B., Yokaş, I. 2015. Effects of sewage sludge applications on plant growth, yield and flower quality of *Limonium sinuatum*. *Araştırma Makalesi, Vol. 52*, pp. 107-114.
122. Aydınsakir, K., Unlu, U., Yılmaz, S., Ari, N. 2009. The Effects of Compost Applications on Yield and Quality Characteristics of *Anemone coronaria L. cv. „Red Meron“*. *Acta horticulture, Vol. 807*, pp. 359-364.
123. Xue, D., Huang, X. 2013. The impact of sewage sludge compost on tree peony growth and soil microbiological, and biochemical properties. *Chemosphere, Vol. 93*, pp. 583-589.
124. Kiviste, K. 2013. Kompostilaadne materjal konteinerilutaimede kasvusubstraadina. Tartu.
125. Kriisk, Z. 2012. Reoveesette komposti mõjust kasvusubstraadi omadustele ja konteinerites kasvatatavate petuuniataimede kvaliteedile. Tartu.
126. Loid, K. 2014. Aed-leeklille (*Phlox paniculata*) istikute kvaliteet sõltuvalt kasvusubstraadi omadustest. Tartu.
127. Jaber, F.H., Shukla, S., Stoffella, P.J., Obreza, T.A., Hanlon, E.A. 2005. Impact of organic amendments on groundwater nitrogen concentrations for sandy and calcareous soils. *Compost Science and Utilization, Vol. 13*, pp.194-202.
128. Sullivan, D.M., Fransen, S.C., Cogger, C.G., Bary, A.I. 1997. Biosolids and dairy manure as nitrogen sources for prairiegrass on a poorly drained soil. *Journal of Production Agriculture, Vol. 10*, pp. 589-596.
129. Chechevichkin, V., Vatin, N. 2014. Megacities Land Drainage and Land Runoff Features and Treatment. *Applied Mechanics and Materials, Vols. 641-642*, pp. 409-415.



130. Loschinkohl, C., Boehm, M.J. 2001. Composted Biosolids Incorporation Improves Turfgrass Establishment on Disturbed Urban Soil and Reduces Leaf Rust Severity. *HortScience*, Vol. 36, pp. 790-794.
131. Pini, R., Bretzel, F., Sparvoli, E., Pezzarossa, B., Scatena, M. 2012. Compost and Wildflowers for the Management of Urban Derelict Soils. *Applied and Environmental Soil Science*, Vol. 2012, article ID 832608.
132. Wang, S., Liu, X., Zheng, Q., Yang, Z., Zhang, R., Yin, B. 2013. Characteristic and feasibility study of sewage for landscaping application in XI'AN, China. *Environmental Engineering and Management Journal*, Vol. 12, pp. 1515-1520.
133. Brown, R.N. 2011. The Use of Soil Amendments to Improve Survival of Roadside Grasses. *HortScience*, Vol. 46, pp. 1404-1410.
134. Bramryd, T. 2013. Long-term effects of sewage sludge application on the heavy metal concentrations in acid pine (*Pinus sylvestris L.*) forests in a climatic gradient in Sweden. *Forest Ecology and Management*, Vol. 289, pp. 434-444.
135. Vaitkute, D., Baltrėnaitė, E., Booth, C.A., Fullen, M.A. 2010. Does sewage sludge amendment to soil enhance the development of Silver birch and Scots pine? *Hungarian Geographical Bulletin*, Vol. 59, pp. 393-410.
136. Pikka, J., Ots, K., Pikka, M. 2013. Ammendunud freesturbavälja reoveesetega töötlemisel tekkiv mõju ökosüsteemi seisundile. Kättesaadav: <https://www.kik.ee/sites/default/files/Uuringud/aruanne1.pdf> (04.04.2016).
137. Keskkonnaamet. 2011. 50 tavalisemat pargipuud ja põõsast. Kättesaadav: [http://www.keskkonnaamet.ee/public/50\\_tavalisemat\\_pargipuud\\_ja\\_-\\_poosast\\_200dpi.pdf](http://www.keskkonnaamet.ee/public/50_tavalisemat_pargipuud_ja_-_poosast_200dpi.pdf) (19.04.2016).
138. Nõukogu direktiiv 1999/31/EÜ, 26. aprill 1999, prügilate kohta. Kättesaadav: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/HTML/?uri=CELEX:31999L0031&from=EN> (05.04.2016).
139. Baker, L.A. 2011. Can urban P conservation help to prevent the brown devolution? *Chemosphere*, Vol. 84, pp. 779-784.
140. Euroopa Komisjon. 2012. Komisjoni aruanne Euroopa Parlamendile, Nõukogule, Euroopa Majandus- ja Sotsiaalkomiteele ning Regioonide Komiteele, Mullakaitse teemastrateegia rakendamine ja praegune tegevus. Brüssel.
141. Aunpuu, M. 2004. Jäätmekomposti kasutamise võimalused. Tartu.
142. Kahu, K. 2010. Jäätmekomposti tootmine ja omadused Eesti tavajäätmeprügilates. Tartu.

143. Erala, S. 2011. Eesti teadlase uuring: reoveesetest tehtud kompostis leidub ravimijääke. Kättesaadav: <http://tervis.postimees.ee/566486/eesti-teadlase-uuring-reoveesetest-tehtud-kompostis-leidub-ravimijaake> (03.02.2016).
144. Liiva, S. 2015. Ministeerium: reoveesetet ei tohi kasutada köögiviljapõllul. Kättesaadav: <http://tarbija24.postimees.ee/3173663/ministeerium-reoveesetet-ei-tohi-kasutada-koogiviljapollul> (20.04.2016).
145. Liiva, S. 2015. Tallinna Vesi: tegemist on üksnes haljastuse tarbeks mõeldud mullaga. Kättesaadav: <http://tarbija24.postimees.ee/3173713/tallinna-vesi-tegemist-on-üksnes-haljastuse-tarbeks-moeldud-mullaga> (20.04.2016).
146. Aiandus koduleht. Reoveekompost. Kättesaadav: <http://aiandus.ee/vaata.php?id=4458> (03.02.2016).
147. Tallinna Vesi koduleht. 2013. Jäätmekäitlus. Kättesaadav: <http://klient.tallinnavesi.ee/aastaraamat2013/kka16.html> (05.02.2016).
148. Haapsalu Veevärk. 2013. Käskkiri nr 1.1-1/58. Kättesaadav: [http://www.hvv.ee/wp-content/uploads/2011/12/KK\\_58\\_170713.pdf](http://www.hvv.ee/wp-content/uploads/2011/12/KK_58_170713.pdf) (14.04.2016).

## **LISAD**

## LISA 1.Reoveesette kasutamine Eestis 2005-2013

Reoveesette kasutamine Eestis 2005-2013 (tuhat tonni) <sup>[13]</sup>

| <b>Kasutusviis</b> | <b>2005</b> | <b>2006</b> | <b>2007</b> | <b>2008</b> | <b>2009</b> | <b>2010</b> | <b>2011</b> | <b>2012</b> | <b>2013</b> |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Ladestatud         | 4,9         | 4,5         | 4,7         | 1,4         | 3,8         | 2,6         | 2,1         | 8           | 7,3         |
| Põllumajandus      | 3           | 3,5         | 3,8         | 10,5        | 8,1         | 3,1         | 1,1         | 0,5         | 0,4         |
| Uputatud           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0,4         |
| Põletatud          | 0,3         | 0,3         | 0,3         | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |
| Kompostitud        | 1,3         | 1,4         | 1,5         | 18,7        | 17,8        | 20,1        | 24,4        | 23,9        | 25,9        |
| Muu                | 19,9        | 18,6        | 19,4        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,1         | 0,1         |

## LISA 2. Küsimustik

1. Palun sisestage ettevõtte nimi.  
(lahtine vastus)
2. Kas ettevõtte soovib jääda anonüümseks?
  - a. Jah
  - b. Ei
3. Mis valdkonnas ettevõtte tegutseb? (mitu võimalikku vastust)
  - a. Maastikuarhitektuurne projekteerimine
  - b. Haljastustööd ja hooldus
  - c. Teede projekteerimine
  - d. Teedehitus
  - e. Keskkonnaprojekterimine (VK, kaablid, trassid jm maa-alune projekteerimine)
  - f. Keskkonnaehitus (VK, kaablid, trassid jm maa-alune ehitus)
  - g. Muu valdkond (palun täpsustada)
4. Mis otstarbeks kasutatakse ettevõttes kasvupinnast/täitematerjali? (mitu võimalikku vastust)
  - a. Haljasalade rajamine ja/või hooldus
  - b. Haljasalade taastamine
  - c. Istutusalade rajamine ja/või hooldus
  - d. Konteinerhaljastuse rajamine
  - e. Muruväljakute ja/või –parklate rajamine
  - f. Spordiväljakute rajamine (ka golfiväljakud, tenniseväljakud)
  - g. Parkide restaureerimine ja/või hooldus
  - h. Teepeenarde taastamine ja/või rohestamine
  - i. Katusehaljastus
  - j. Terrassiaedade rajamine
  - k. Hauaplatside kujundamine ja hooldus
  - l. Muu otstarve (palun täpsustada)
5. Milliseid materjale kasutab ettevõtte tööde projekteerimisel/teostamisel kasvupinnaseks/täiteks?
  - a. Kruus
  - b. Liiv
  - c. Savi

- d. Turvas
  - e. Sõnnik
  - f. Multš
  - g. Töödeldud reoveesete
  - h. Reoveesette kompost
  - i. Kasvumuld
  - j. Muu materjal (palun täpsustada)
6. Kui suurel pindalal (keskmiselt) materjali kasvupinnaseks/täiteks kasutatakse?
- a. Kuni 50 m<sup>2</sup>
  - b. 50 m<sup>2</sup> – 200 m<sup>2</sup>
  - c. 200 m<sup>2</sup> – 400 m<sup>2</sup>
  - d. 400 m<sup>2</sup> – 600 m<sup>2</sup>
  - e. 600 m<sup>2</sup> – 800 m<sup>2</sup>
  - f. 800 m<sup>2</sup> – 1000 m<sup>2</sup>
  - g. 1000 m<sup>2</sup> – 1500 m<sup>2</sup>
  - h. 1500 m<sup>2</sup> ja enam
7. Kui paksult materjali keskmiselt kasvukihina/täiteks laotatakse?
- a. Kuni 5 cm
  - b. 5 cm – 10 cm
  - c. 10 cm – 20 cm
  - d. 20 cm – 30 cm
  - e. 30 cm – 40 cm
  - f. 50 cm ja enam
8. Milline on projektis/töös kasutatava pinnase materjali hind?
- a. Kuni 3 €/t
  - b. 3 €/t – 5 €/t
  - c. 5 €/t – 7 €/t
  - d. 7 €/t – 10 €/t
  - e. 10 €/t – 20 €/t
  - f. 20 €/t ja enam
9. Kas kasvupinnasele lisatakse vajaliku tulemuse saamiseks lisaväetist?
- a. Jah
  - b. Ei
  - c. Ei oska öelda

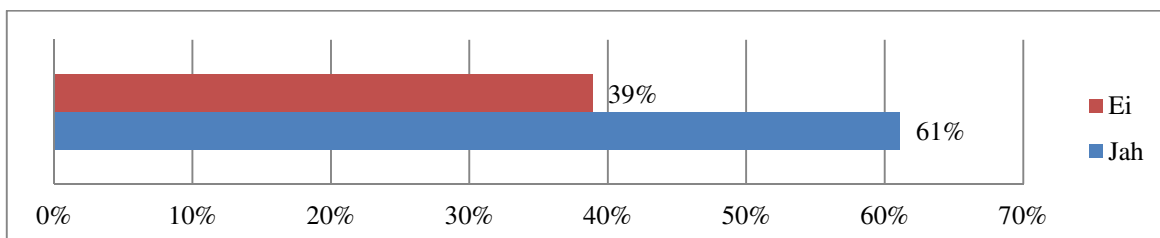
10. Kas olete (ettevõtte) teadlik, et töödeldud reoveesetet ja selle komposti saab maastikuprojekteerimise ja –ehituse (k.a –kujundamise) valdkondades edukalt kasutada?
- Jah
  - Ei
11. Kas nõustute järgmise väitega?  
Töödeldud reoveesette taaskasutamine on keskkonnasäästlik ja selle kompost on oluline ressurss kasvupinnase alternatiivina kasutamiseks.
- Jah, nõustun täielikult
  - Ei nõustu
  - Ei oska öelda
12. Kas ettevõtte on kasutanud kasvupinnasena/täitematerjalina töödeldud reoveesetet ja/või selle komposti? (eitava vastuse korral jätkake küsimusega nr 14)
- Jah
  - Ei (palun põhjendada, miks ei ole kasutatud)
13. Mis otstarbeks olete töödeldud reoveesetet ja/või selle komposti kasutanud?  
(lahtine vastus)
14. Kas ettevõtte kasutaks kasvupinnase/täitematerjali alternatiivina töödeldud reoveesetet ja/või selle komposti?
- Jah, vabatahtlikult, kui kehtiks täpne regulatsioon selle kasutamise kohta
  - Jah, aga ainult siis, kui kasutamine oleks kohustuslik
  - Ei (põhjendada)
15. Kuidas suhtute töödeldud reoveesette ja selle komposti kasutamisse maastikuprojekteerimise ja –ehitusega seonduvates valdkondades?  
(vastus)
16. Kas ettevõtte soovib saada lisateavet töödeldud reoveesette komposti puudutava informatsiooni kohta (kasutusala, kättesaadavus, nõuded, hind jne)?
- Jah
  - Ei
17. Kas olete huvitatud koostatava magistritöö tulemustest?
- Jah
  - Ei

## LISA 3. Tulemuste kokkuvõte

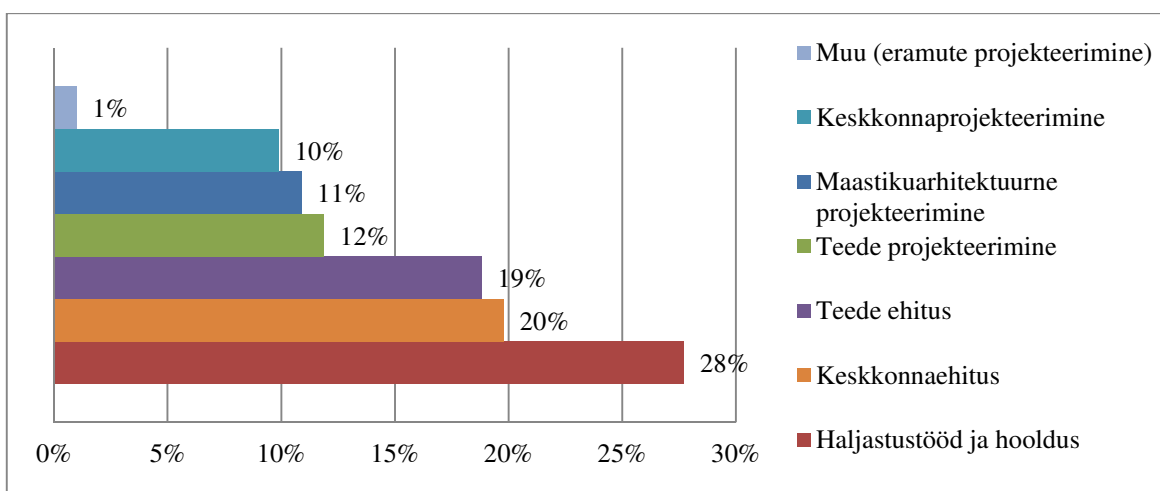
1. Palun sisestage ettevõtte nimi.

Vastanud ettevõtete koondandmed on esitatud lisis 4.

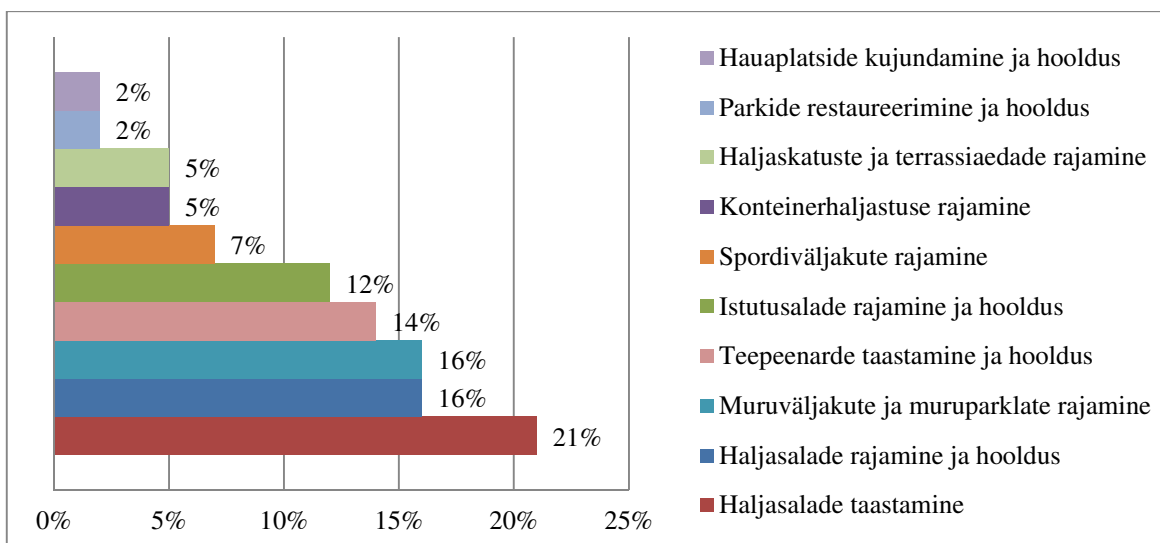
2. Kas ettevõtte soovib jääda anonüümseks?



3. Mis valdkonnas ettevõtte tegutseb? (mitu võimalikku vastust)

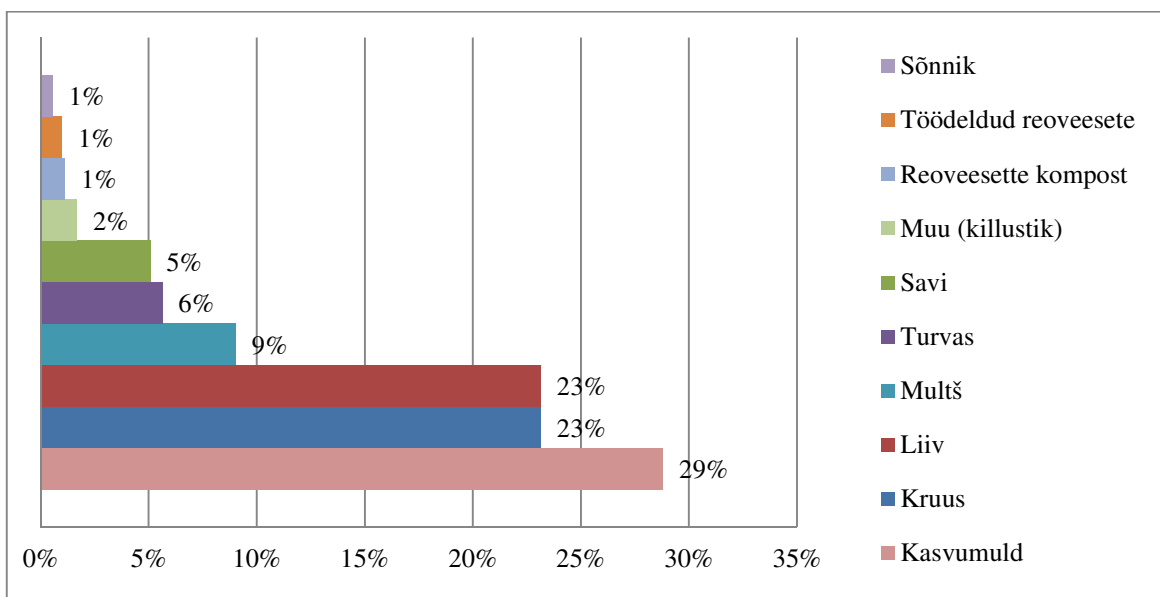


4. Mis otstarbeks kasutatakse ettevõttes kasvupinnast/täitematerjali? (mitu võimalikku vastust)

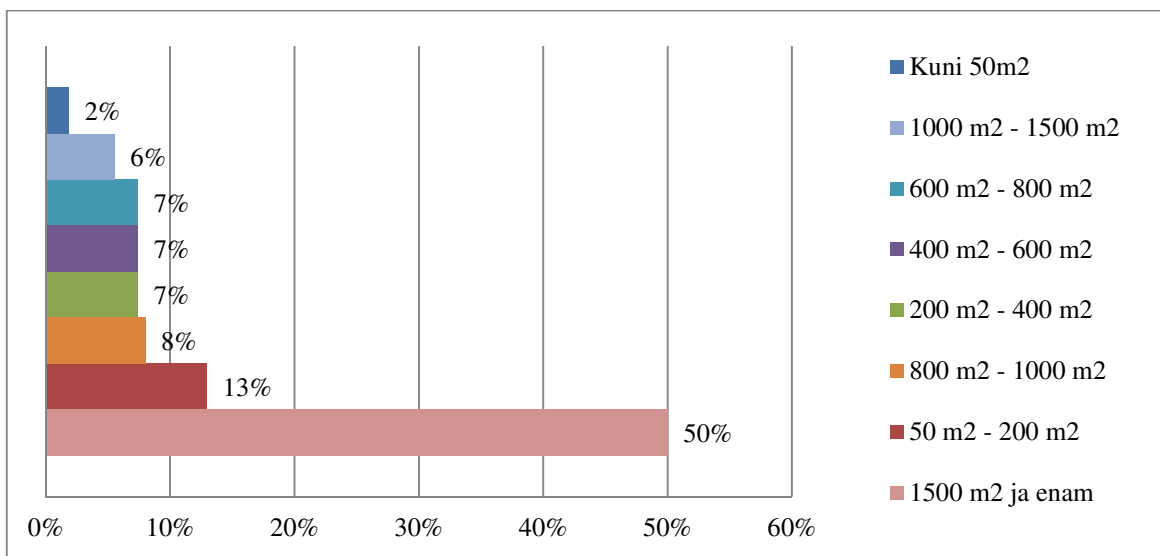




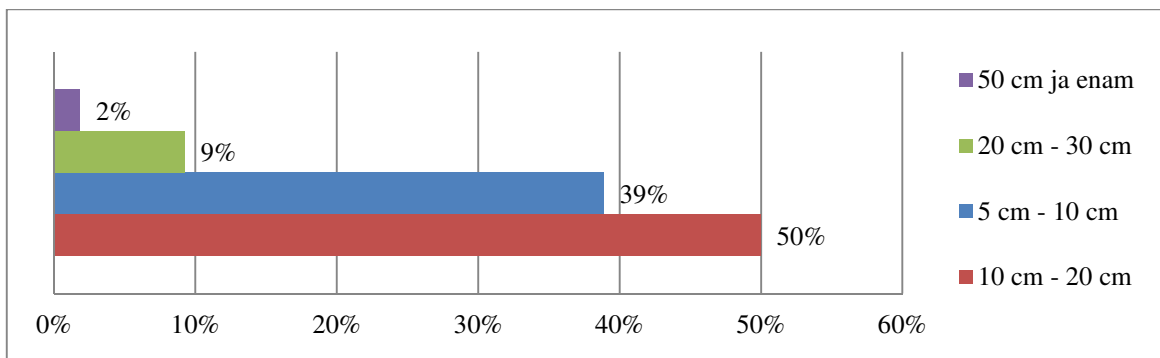
5. Milliseid materjale kasutab ettevõtte tööde projekteerimisel/teostamisel kasvupinnaseks/täiteks?



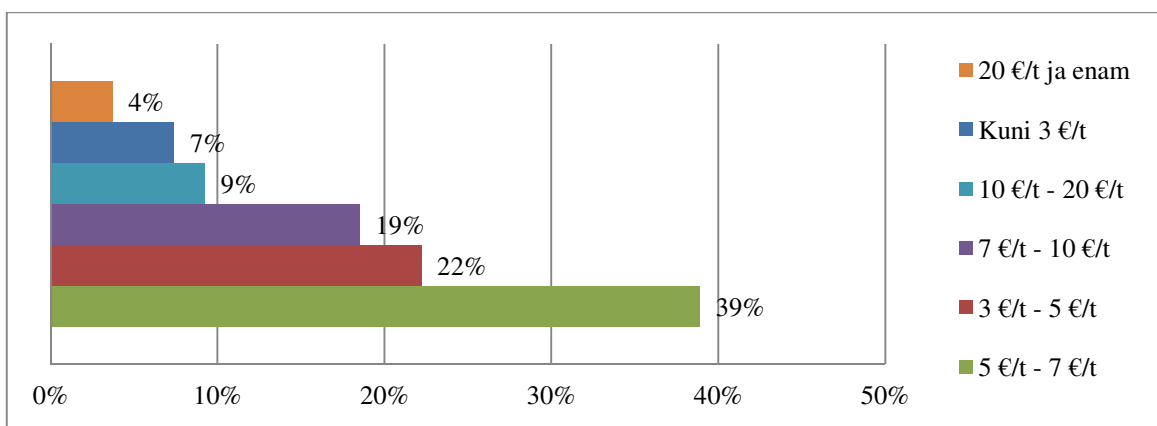
6. Kui suurel pindalal (keskmiselt) materjali kasvupinnaseks/täiteks kasutatakse?



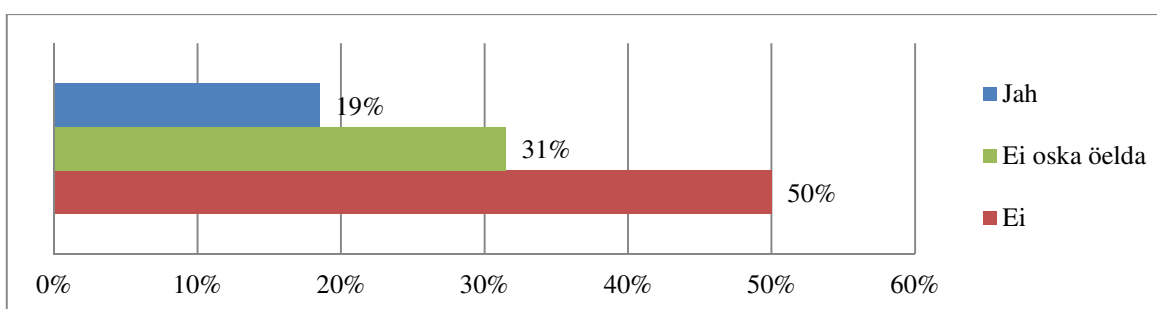
7. Kui paksult materjali keskmiselt kasvukihina/täiteks laotatakse?



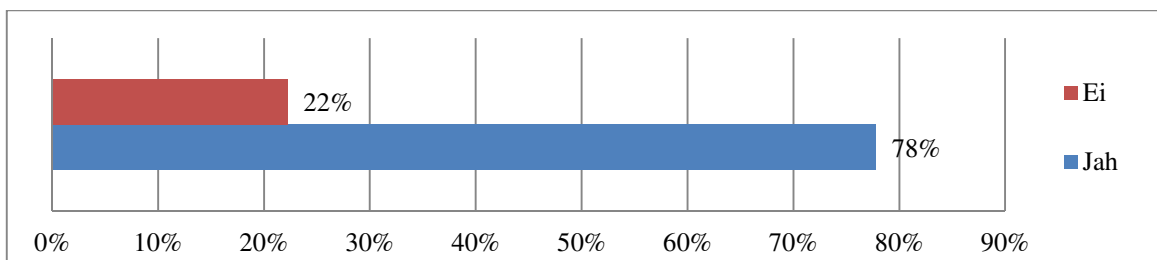
8. Milline on projektis/töös kasutatava pinnase materjali hind?



9. Kas kasvupinnasele lisatakse vajaliku tulemuse saamiseks lisaväetist?

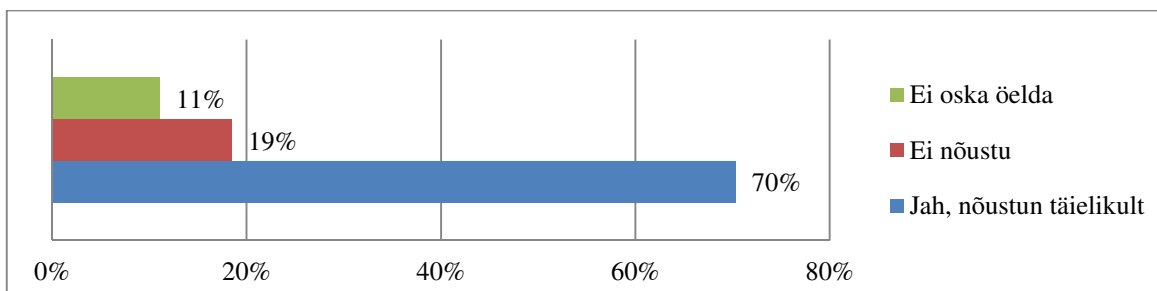


10. Kas olete (ettevõtte) teadlik, et töödeldud reoveeset ja selle komposti saab maastikuprojekteerimise ja -ehituse (k.a -kujundamise) valdkondades edukalt kasutada?

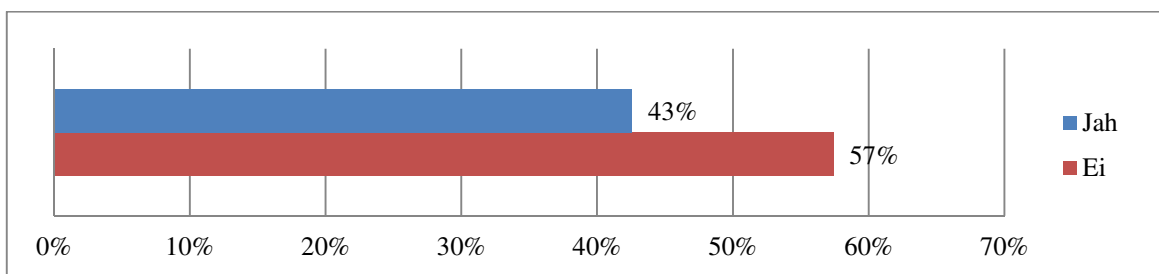


11. Kas nõustute järgmise väitega?

Töödeldud reoveesette taaskasutamine on keskkonnasäästlik ja selle kompost on oluline ressurss kasvupinnase alternatiivina kasutamiseks.



12. Kas ettevõtte on kasutanud kasvupinnasena/täitematerjalina töödeldud reoveesetet ja/või selle komposti? (eitava vastuse korral jätkake küsimusega nr 14)



Eitavate vastuste põhjenduste kokkuvõte:

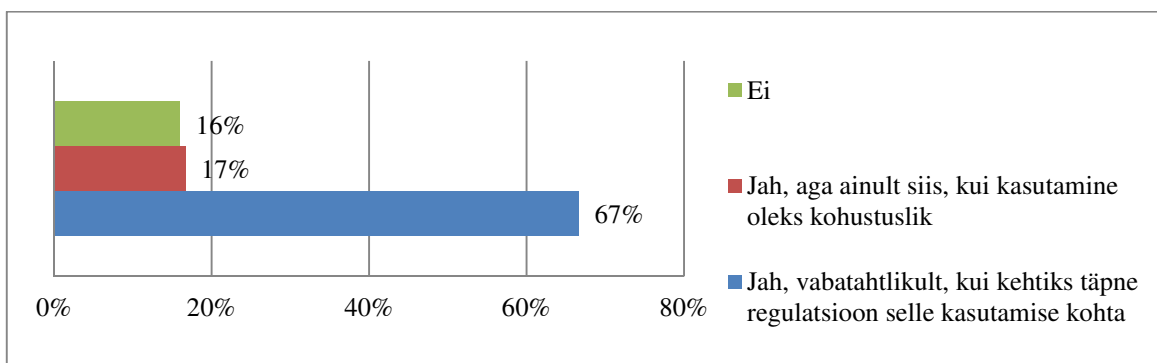
- ebameeldiv lõhn, puudub peenosis, lagunemata;
- tellija ei soovi või ei luba kasutada;
- kasvupinnas jääb ehitaja otsustada;
- ei ole ette tulnud;
- kasutatakse olemasolevat pinnast;
- sisaldab parasiite;
- ei ole nii kättesaadav, kui kasvumuld;
- teadmatus – puudub taustinfo ja nõuded;
- objektid asuvad kaugel;
- ehitusprojektis ei nõuta komposti kasutamist;
- liiga happeline.

13. Mis otstarbeks olete töödeldud reoveesetet ja/või selle komposti kasutanud?

Kasutamise otstarvete kokkuvõte:

- haljastuse rajamisel;
- haljasalade taastamistöödel;
- muru rajamisel;
- teeäärte haljastuses;
- täitemullana;
- istutusala ettevalmistamisel (püskute, puude ja põõsaste jaoks);
- tee tunneli osalise haljastuse taastamisel;
- biotiikide kallasalade rajamisel;
- reoveepuhasti territooriumi haljastusel;
- kiviktaimla rajamisel.

14. Kas ettevõtte kasutaks kasvupinnase/täitematerjali alternatiivina töödeldud reoveeset ja/või selle komposti?



Eitavate vastuste põhjenduste kokkuvõte:

- suurtel kommertsaladel kasutaks, kuid eramajade haljasaladel mitte;
- haiseb (mitte alati), sisaldab raskemetalle ja helmintide mune;
- tellijad ei aktsepteeri sellist liiki materjali;
- positiivsed kogemused puuduvad;
- materjal on ebastabiilne, põuaga kuivab kokku, jala all vetruv, käitub nagu turvas;
- muru ei taha kompostil hästi kasvada;
- tegemist ei ole hea kasvupinnasega.

15. Kuidas suhtute töödeldud reoveesette ja selle komposti kasutamisse maastikuprojekteerimise ja –ehitusega seonduvates valdkondades?

Ettevõtete poolne suhtumine (korduvaid vastuseid ei ole korratud):

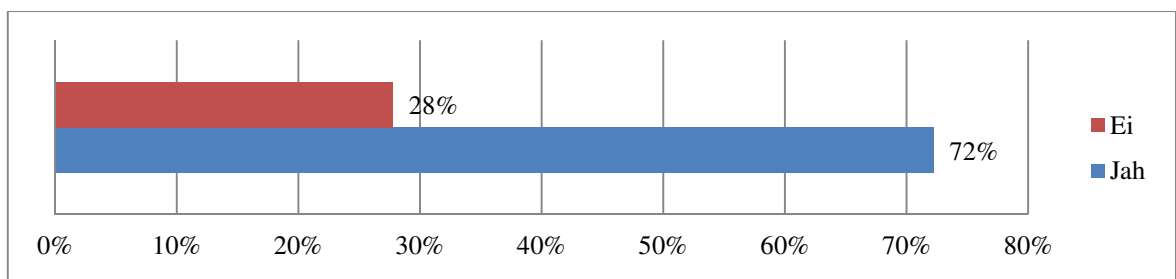
- Hinna poolest on tegemist odava materjaliga. Samas tekitab probleeme ebameeldiv lõhn, ning antud materjali konsistents pole see, mis haljastusmullal.
- Ei suhtu eriti hästi, kuna materjal ei vasta ohutusnõuetele ja on tervistkahjustav ning enamik kliente ei soovi komposti kasutamist.
- Raskesti laiali planeeritav mehhanismidega, jääb tükki, pinnas ei jää sile, muru on üle väetatud.
- Selle kohta on tehtud palju uuringuid ja materjali kasutamine on ohutu ainult mehhanismidega töötlemisel. Muru ja haljasalade rajamisel puutuvad inimesed sellega paratamatult kokku. Inimestest peaks seda materjali eemal hoidma.
- Kuna kogemused on olnud pigem negatiivsed, siis uuesti enam ei kasutaks. Kui uurimistöö tulemused on vastupidised, võib sellega uuesti arvestada. On olnud

juhuseid kus seda kasutades hakkavad taimed välja minema ja muru ei taha hästi kasvada.

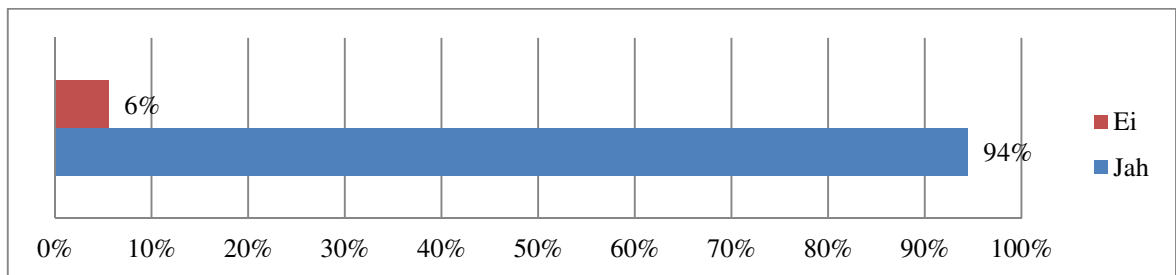
- Suhtun negatiivselt, kuna antud kompost kaotab oma kasvuks vajalikud omadused aastaga. Samuti ei soovi enamus tellijaid omale sellist materjali, selleks esimene põhjus on halb kuulsus.
- Ei meeldi see mõte kuna oleme võtnud sellest mullast proove ning see näitab, et seal on palju raskemetalle ning oma kogemuste põhjal. Mullas olevad ained ei lase taimedel korralikult juurduda.
- Sobib kasutamiseks, aga mitte igal pool. On ette tulnud ebameeldivaid kogemusi (kompostimise praak). Koduhoovi haljastuseks kindlasti täna veel kasutada ei julgeks.
- Kuna teadmised on kesised ja lõpp-sõna jääb tellijale, kes teeb ilmselt valikud nii hinna kui oma isiklike teadmiste põhjal, siis on väga vähe kokkupuudet reoveesette ja selle kompostiga. Inimesi pigem hirmutavad levivad jutud eelmainitud komposti/sette kemikaalide sisaldusest ning hirm võimalike ebameeldivate lõhnade pärast. Kindlasti oleks vaja selleteemalisi infopäevi pädevate läbiviijatega (nii pakkujad, keemikud, lõpp-tarbijad jne kokku viia).
- Ma arvan et see on täiesti loogiline, et kasutatakse.
- Positiivselt, kuid inimeste teadlikkuse suurendamiseks tuleb ka kaasnevaid küsimusi rohkem uurida ning selgitada.
- Kui kasutamine on põhjendatud, siis tuleks seda kindlasti kaaluda.
- See oleks mõistlik. Ei ole vastu kui materjal vastab kõigile esitatud tingimustele ning kui kompost on keskkonnale ohutu.
- Kui tegemist on taaskasutatava materjaliga, mis on teiste täitematerjalidega võrreldes samaväärne, kuid odavam, siis võiks kindlasti kasutada. Olulised on muidugi ka tellija eelistused ja soovid.
- Kui kompostide omadused on samad ja kättesaadavus olemas, siis oleks loomulik, et seda võiks projekteerimisel sisse kirjutada.
- Saaks kasutada laiemalt kui reoveesette kasutamine oleks ette nähtud ehitusprojektis.
- Kui kasutatava komposti omadused sobivad vajalikeks töödeks, siis on selle kasutamine igati põhjendatud ja keskkonnasäästlikkuse kohalt kindlasti eelistatud.
- Kasutamine seal, kus ei kasvatata toitu, oleks mõeldav.

- Arvan, et on väga vajalik. Oleksin ka nõus rohkem maksma kui toode oleks kergesti kättesaadav ja transpordiga ei kaasneks suuri kulusid.
- Töödeldud reoveesete on väga hea materjal haljasaladel kasutamiseks. Sete on ohutu ja suure toitainete sisaldusega.
- Olen väga päri ja pooldan!
- Üldjuhul hästi – muru on selles pinnasel hästi kasvama läinud. Puud-põõsad samuti. Tuleb lihtsalt teadvustada, et ühtegi söödavat taime ei tasu sellesse siiski istutada.
- Kui on projekteerimismäärde jms kasutamine täpsemini reguleeritud ja reoveesette ja selle komposti mõjud teada, siis kasutaks küll.

16. Kas ettevõtte soovib saada lisateavet töödeldud reoveesette komposti puudutava informatsiooni kohta (kasutusala, kättesaadavus, nõuded, hind jne)?



17. Kas olete huvitatud koostatava magistritöö tulemustest?



## LISA 4. Vastanud ettevõtete koondandmed

| Maakond       | Ettevõte              | Valdkond   | Kontakt                                      | Ettevõtte koduleht  |
|---------------|-----------------------|--|--|---|
| Harju maakond | Aquagroup OÜ          | Keskkonnaprojekteerimine ja -ehitus, teedeehitus                             | Aare Sule<br>aare@aquagroup.ee               | <a href="http://aquagroup.ee/">http://aquagroup.ee/</a>       |
|               |                       | Maastikuarhitektuurne ja teede projekteerimine                               |  |   |
|               | Conrec Infra OÜ       | Haljastustööd ja hooldus, teede- ja keskkonnaehitus                          | Indrek Pain<br>indrek@conrec.ee              | <a href="http://www.conrec.ee/">http://www.conrec.ee/</a>     |
|               |                       | Keskkonnaprojekteerimine   |  |   |
|               | EXTech Design OÜ      | Teede projekteerimine  | Indrek Kustavus<br>indrek@extech.ee          | <a href="http://www.extech.ee/">http://www.extech.ee/</a>     |
|               |                       | Haljastustööd ja hooldus   |  |   |
|               |                       | Maastikuarhitektuurne projekteerimine, haljastustööd ja hooldus, teedeehitus |  |   |
|               |                       | Teede- ja keskkonnaprojekteerimine   |  |   |
|               |                       | Maastikuarhitektuurne projekteerimine, haljastustööd ja hooldus              |  |   |
|               |                       | Teede- ja keskkonnaehitus, haljastustööd ja hooldus                          |  |   |
|               |                       | Maastikuarhitektuurne projekteerimine, haljastustööd ja hooldus              |  |   |
|               | Mardisoo OÜ           | Keskkonnaprojekteerimine ja -ehitus, teedeehitus, haljastustööd ja hooldus   | Allan Tiitsmann<br>allantiitsmann@hotmail.ee | <a href="http://www.mardisoo.ee/">http://www.mardisoo.ee/</a> |
|               | Merko Ehitus Eesti AS | Teede- ja keskkonnaehitus  | Arno Elias<br>arno.elias@merko.ee            | <a href="http://www.merko.ee/">http://www.merko.ee/</a>       |

|                     |                          |   |  |   |
|---------------------|--------------------------|---|--|---|
|                     | Monoliit OÜ              | Keskonnaprojekteerimine ja -ehitus  | Jaak Reinmets<br>jaak@monoliit.ee        | <a href="http://www.monoliit.ee/">http://www.monoliit.ee/</a>                       |
|                     |                          | Haljastustööd ja hooldus, teedehitus  |  |   |
|                     |                          | Haljastustööd ja hooldus  |  |   |
|                     | Saveka Torutööd OÜ       | Keskonnaehitus  | Raitti Dikker<br>raitti@saveka.ee        | <a href="http://www.saveka.ee/index.php/Et/">http://www.saveka.ee/index.php/Et/</a> |
|                     | Sweco Projekt AS         | Teede projekteerimine ja ehitus, keskkonnaprojekteerimine                   | Ketre Kirs<br>ketre.kirs@sweco.ee        | <a href="http://www.sweco.ee/">http://www.sweco.ee/</a>                             |
|                     |                          | Keskonnaehitus  |  |   |
|                     | Teedeks Grupp OÜ         | Haljastustööd ja hooldus, teede- ja keskkonnaehitus                         | Tarmo Reineberk<br>tarmo@teedeksgrupp.ee | <a href="http://www.teedeksgrupp.ee/">http://www.teedeksgrupp.ee/</a>               |
|                     | Teedeprojekt OÜ          | Teede projekteerimine   | Mikk Paloots<br>mikk@teedeprojekt.ee     | <a href="http://www.teedeprojekt.ee/">http://www.teedeprojekt.ee/</a>               |
|                     |                          | Keskonnaehitus  |  |   |
|                     | Viaston Infra OÜ         | Teedehitus  | Erkki Laurisoo<br>Erkki@viaston.ee       | <a href="http://www.viaston.ee/">http://www.viaston.ee/</a>                         |
|                     | ViaVelo Inseneribüroo OÜ | Teede projekteerimine   | Roland Mäe<br>roland@viavelo.ee          | <a href="http://www.viavelo.ee/">http://www.viavelo.ee/</a>                         |
| Lääne- Viru maakond | Ojasaar OÜ               | Maastikuarhitektuurne projekteerimine, haljastustööd ja hooldus, teedehitus | Rait Karus<br>info@ojasaar.ee            | <a href="http://www.ojasaar.ee/">http://www.ojasaar.ee/</a>                         |
|                     |                          | Haljastustööd ja hooldus  |  |   |
| Tartu maakond       | 4people OÜ               | Maastikuarhitektuurne ja teede projekteerimine                              | Gen Mandre<br>gen@4people.ee             | <a href="http://www.4people.ee/">http://www.4people.ee/</a>                         |



|                 |  |  |                                  |   |
|-----------------|--|--|----------------------------------|---|
|                 |  | Keskkonnaprojekteerimine   |                                  |   |
| Artes Terrae OÜ |  | Maastikuarhitektuurne projekteerimine, haljastustööd ja hooldus, keskkonnaehitus             | Sulev Nurme<br>sulev@artes.ee    | <a href="http://www.artes.ee/ee/">http://www.artes.ee/ee/</a> |
|                 |  | Haljastustööd ja hooldus   |                                  |   |
|                 |  | Teede- ja keskkonnaehitus  |                                  |   |
|                 |  | Haljastustööd ja hooldus   |                                  |   |
| Hanso MK OÜ     |  | Haljastustööd ja hooldus, teede- ja keskkonnaehitus, maaparandussüsteemide rekonstrueerimine | Kaupo Jansen<br>kaupo@hansomk.ee | <a href="http://www.hansomk.ee/">http://www.hansomk.ee/</a>   |
|                 |  | Projekteerimine (eramud)   |                                  |   |
|                 |  | Haljastustööd ja hooldus, teede projekteerimine, keskkonnaprojekteerimine ja -ehitus         |                                  |   |
|                 |  | Teede- ja keskkonnaprojekteerimine   |                                  |   |
|                 |  | Haljastustööd ja hooldus, teede- ja keskkonnaehitus  |                                  |   |
| Palmpro OÜ      |  | Teede- ja keskkonnaprojekteerimine   | Olev Saago<br>info@palmpro.ee    | <a href="http://www.palmpro.ee/">http://www.palmpro.ee/</a>   |
|                 |  | Haljastustööd ja hooldus   |                                  |   |
|                 |  | Maastikuarhitektuurne projekteerimine, haljastustööd ja hooldus                              |                                  |   |
| Roadplan OÜ     |  | Teede projekteerimine  | Riho Milva<br>riho@roadplan.ee   | <a href="http://www.roadplan.ee/">http://www.roadplan.ee/</a> |

|                  |                  |   |                                    |   |
|------------------|------------------|---|------------------------------------|---|
|                  | Roheline Ruum OÜ | Haljastustööd ja hooldus  | Eero Tali<br>info@rohelineeruum.ee | <a href="http://www.rohelineeruum.ee/">http://www.rohelineeruum.ee/</a> |
|                  |                  | Maastikuarhitektuurne projekteerimine                                       |                                    |   |
|                  | Sahkar TT OÜ     | Haljastustööd ja hooldus, teede- ja keskkonnaehitus                         | Arvi Kasvandik<br>arvi@sahkar.ee   | <a href="http://www.sahkar.ee/">http://www.sahkar.ee/</a>               |
|                  |                  | Teede projekteerimine   |                                    |   |
|                  |                  | Keskkonnaehitus   |                                    |   |
|                  |                  | Haljastustööd ja hooldus  |                                    |   |
|                  |                  | Haljastustööd ja hooldus, teede- ja keskkonnaehitus                         |                                    |   |
| Valga maakond    |                  | Keskkonnaehitus   |                                    |   |
|                  |                  | Haljastustööd ja hooldus, teede- ja keskkonnaehitus                         |                                    |   |
| Viljandi maakond |                  | Haljastustööd ja hooldus  |                                    |   |
|                  |                  | Maastikuarhitektuurne projekteerimine, haljastustööd ja hooldus, teedehitus |                                    |   |
|                  | Kavetol OÜ       | Haljastustööd ja hooldus, teedehitus  | Peeter Põrk<br>peeter.pork@mail.ee | Puudub  |
| Võru maakond     |                  | Maastikuarhitektuurne projekteerimine                                       |                                    |   |