

Reoveesette töötlemise
strateegia väljatöötamine, sh
ohutu taaskasutamise
tagamine järelevalve
tõhustamise, keemiliste- ja
bioloogiliste
indikaatornäitajate
rakendamise ning kvaliteedi
süsteemide juurutamise abil.
II ETAPP

Tallinn 2010

Lepingu nr: 09-08-3/166
Tööde algus: 29.02.2009
Tööde lõpp: 31.03.2010

Tarmo Pauklin
Juhatuse liige

Vallo Kõrgmaa
koostaja



Siskuord

SISKUORD	2
KASUTATAVAD LÜHENDID	4
MÕISTED	5
1. SISSEJUHATUS	7
2. SEADUSANDLIK TAUST	9
REOVEESETETE JA BIOLAGUNEVATE JÄÄTMETE KÄITLEMIST PUUDUTAVAD SEADUSED /1/	9
3.1. REOVEEPUHASTI ÜLDKIRJELDUS	19
3.1.1. REOVEE MEHHAANILINE PUHASTUS	19
3.1.1.1. Võre.....	19
3.1.1.2. Liivapüünis.....	20
3.1.1.3. Settid.....	20
3.1.2. REOVEE BIOLOOGILINE PUHASTUS	21
3.1.2.1. Biokileprotsess	21
3.1.2.2. Aktiivmudaprotsess.....	21
3.2. AKTIIVMUDAPROTSESS	22
3.2.1. Ajalugu.....	22
3.2.2. Erinevad aktiivmudaprotsessid.....	23
3.2.3. Mikrobioloogia ja biokeemia	25
3.2.3.1. Lämmastikuühendite metabolism	28
3.2.3.1.1. Ammonifikatsioon.....	28
3.2.3.1.2. Nitrifikatsioon	29
3.2.3.1.3. Denitrifikatsioon.....	29
3.2.3.1.4. Anammox	29
3.2.4. Aktiivmudaprotsessi kasvu dünaamika	31
3.2.5. Aktiivmuda mikrobioloogiline koostis.....	33
3.2.5.1. Bakterid.....	36
3.2.5.2. Ainuraksed ehk algloomad (Protozoa)	36
3.2.5.3. Hulkraksed organismid (Metazoa)	38
3.2.5.4. Filamentsed organismid	39
3.2.5.4.1. Vahutamist põhjustavad filamentsed organismid.....	41
3.2.5.4.2. Filamentsete organismide poolt põhjustatud aktiivmuda pundumine	41
3.2.6. Aktiivmudaprotsessi parameetrid.....	42
3.3. VAHU JA SAASTA TOOTMINE NING KOGUNEMINE	46
3.4. REOVEESETE	49
3.4.1. Reoveesetete omadused.....	50
3.4.2. Toitained ja nende suhted.....	50
3.4.3. Ohutus.....	51
3.4.4. Keemiline ohutus.....	54
3.4.5. Reoveesete omaduste jälgimine indikaatornäitajate abil	55
3.4.6. Reoveesete käitlemistehnoloogiad.....	55
4. TULEMUSED	58
4.1. ÜLDANDMED REOSTUSALLIKA KOHTA	58
4.2. ANDMED REOVEEPUHASTI KOHTA.....	62
4.2.1. HARJUMAA	66
4.2.2. HIIUMAA	72
4.2.3. IDA-VIRUMAA	73

4.2.4. JÕGEVAMAA	78
4.2.5. JÄRVAMAA	80
4.2.6. LÄÄNEMAA	83
4.2.7. LÄÄNE-VIRUMAA	84
4.2.8. PÖLVAMAA	90
4.2.9. PÄRNUMAA	90
4.2.10. RAPLAMAA	94
4.2.11. SAAREMAA	97
4.2.12. TARTUMAA	99
4.2.13. VALGAMAA	104
4.2.14. VILJANDIMAA	105
4.2.15. VÖRUMAA	107
4.3. REOVEESETETE ANALÜÜSITULEMUSED	110
4.3.1. Raskemetallide sisaldus reoveesettes.....	110
4.3.2. Toitainete sisaldus reoveesettes.....	115
4.3.3. Hügieeniparameetrid ning PAH.....	118
4.4. HEITVEE PUHASTUSPROTSESSI KVALITEEDI MÕJU SETTE KVALITEEDILE JA KOGUSELE. SEITSME KESKMISE PUHASTI NÄITEL – HINNANG PUHASTUSPROTSESSIDE EFEKTIIVSUSELE JA MÕJUST SETTE KVALITEEDILE	122
4.4.1. Reo- ja heitvee analüüsitulemused.....	123
4.4.2. Vaadeldud puhastite veepuhastuse efektiivsus, jõudlus ja koormus.....	127
4.4.3. Aktiivmuda uuringu tulemused	131
4.4.4. Veetustatud reoveesette analüüsitulemused.....	148
4.5. REOVEESETTE TÖÖTLUSJAAMADE TEHNOLOOGIATE HETKEOLUKORRA HINDAMINE REAALSETE MÕÖTMISTE KAUDU - HINNANG TÖÖDELDUD SETTE KVALITEEDILE JA OHUTUSELE ARVESTADES SESSOONSEID MUUTUSI	157
4.5.1. Töödeldud sette analüüsitulemused.....	161
5. BIOLAGUNEVATE OLMEJÄÄTMETE JA KÖÖGIJÄÄTMETE ANAEROOBNE KOOSKÄÄRITAMINE REOVEESETTEGA	170
5.1. Metoodika.....	170
5.2. Toorained	171
5.3. Biogaasi potentsiaal.....	172
5.4. Kokkuvõte.....	176
6. VÕIMALIKE REGIONAALSETE TÖÖTLUSJAAMADENA VAATLUSE ALLA VÕETUD ETTEVÕTETE SOBIVUSE ANALÜÜS.....	179
7. KOKKUVÕTE.....	205
8. KASUTATUD KIRJANDUS.....	206

Kasutatavad lühendid

μ	- kasvuerikiirus
μ_{\max}	- maksimaalne kasvuerikiirus
BHT	- biokeemiline (bioloogiline) hapnikutarve, mgO ₂ /l
BHT ₇	- 7-päevane biokeemiline (bioloogiline) hapnikutarve, mgO ₂ /l
DIC	- diferentsiaal-interferents kontrast mikroskoopia
DO	- lahustunud hapniku kontsentratsioon, mg/l
F/M	- mudakoormus (i.k. food-to-microorganisms), kgBHT/kgHAD
FI	- filamentide indeks
HA	- hõljuvaine (biomassi) kontsentratsioon, mg/l
HA _{reovees}	- hõljuvaine (biomassi) kontsentratsioon reovees, mg/l
LA	- lenduvaine, orgaaniline kuivaine, %
MCRT	- aktiivmuda keskmine viibeaeg (i.k. mean cell residence time), päeva
N K _j	- üldlämmastik (N) Kjeldahl, mg/l
N	- lämmastiku kontsentratsioon, mg/l
P	- fosfori kontsentratsioon, mg/l
pH	- negatiivne logaritm [H ⁺] kontsentratsioonist
Q	- vooluhulk, m ³ /d
RAS	- tagastusmuda
S ₃₀	- settivus, %
SA	- muda vanus (i.k. sludge age), päeva
SVI	- muda mahu indeks, ml/g
V ₃₀	- 30 minutit settinud aktiivmuda ruumala, ml
WAS	- liigmuda, jääkaktiivmuda
Y _{obs}	- saagiskoeffitsient, iseloomustab BHT7-st tekkivat reoveesette kogust, kg/kg või t/t

Mõisted

- **Reoveesete** on reoveest füüsikaliste, bioloogiliste või keemiliste meetoditega eraldatud suspensioon, mis jaguneb orgaanilise aine töötlemistõhususe alusel töödeldud ja töötlemata setteks.
- **Töödeldud reoveesete** on selline reoveesete, milles sisalduv orgaaniline aine on pinnaja põhjaveele, mullale, taimedele, loomadele ja inimese tervisele ohutuks muudetud vähemalt ühe loetletud toimingu abil: aeroobne või anaeroobne stabiliseerimine, sealhulgas kompostimine; keemiline või termiline töötlemine; reoveesettes sisalduva orgaanilise aine mineraliseerimine eelpool mainimata viisidel.
- **Reoveesete kompostimine** on reoveesete aeroobne lagundamine mikro- ja makroorganismide abil, milleks lisatakse reoveesetele puukoort, saepuru, põhku, turvast või mõnda muud tugimaterjali ja segatakse settega. Kompostimisel peab kompostitava materjali temperatuur olema vähemalt kuus päeva üle 60° C.
- **Töötlemata reoveesete** on reoveesete, millel on vaid vähendatud veesidaldust või reoveesetele on lisatud tugimaterjale, kuid setet ja tugimaterjale ei ole regulaarselt segatud ning tugimaterjali ja sette segu temperatuur ei ole tõusnud üle 60° C ja säilinud sel temperatuuril vähemalt kuus päeva.
- **Reoveesete kasutamine** on sette maapinnale laotamine või pinnasesse viimine.
- **Reoveesete kasutamine põllumajanduses** on töödeldud sette kasutamine pinnasel, mida kasutatakse põllumajandussaaduste tootmisel.
- **Reoveesete kasutamine haljastuses** on reoveesete kasutamine kõrg- või madalhaljastuse rajamiseks või selle parandamiseks haljasaladel ja haljasvööndites. (allikas Keskkonnaministri 30.detsembri 2002.a. määrus nr 78)
- **Biolagunev jääde** on vastavalt Jäätmeseadusele (RT I 2004, 9, 52), §5 anaeroobselt või aeroobselt lagunevad jäätmed. (Samas seaduses §2 lõige 1 käsitletakse reoveesetet jäätmena ja eeltoodud definitsioonist tulenevalt ka biolaguneva jäätmena.)
- **Jäätmete käitlemine** on kõik jäätmetega seotud toimingud: kogumine, vedamine, taaskasutamine ja kõrvaldamine.
- **Jäätmete taaskasutamine** on toiming, millega jäätmed või neis sisalduv aine võetakse kasutusele toodete valmistamiseks või energia saamiseks.
- **Jäätmete korduvkasutus** on jäätmete taaskasutamine, kus jäätmeid kasutatakse nende esialgsel otstarbel, see tähendab samal otstarbel kui tooteid, millest nad on tekkinud.
- **Jäätmete ringlussevõtt** on jäätmete taaskasutamine, kus jäätmetes sisalduvat ainet kasutatakse tootmisprotsessis esialgsel või muul otstarbel, kaasa arvatud bioloogiline ringlussevõtt, kuid välja arvatud jäätmete energiakasutus.
- **Jäätmete energiakasutus** on jäätmete taaskasutamine, kus põletuskõlblikke jäätmeid kasutatakse energia tootmiseks nende põletamisel eraldi või koos muude jäätmete või kütusega, kasutades ära tekkinud soojust.
- **Bioloogiline ringlussevõtt** on jäätmete biolagunevate osade lagundamine kontrollitavates tingimustes ning mikroorganismide abil, mille tulemusena saadakse stabiliseeritud orgaanilised jääkmaterjalid või metaan. Prügilasse ladestamist ei loeta bioloogilise ringlussevõtu vormiks.
(http://www.envir.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=166752/Biolagunevat_aastani+2013.pdf)
- **Aktiivmuda** on vees hõljuvaid baktereid ja muid mikroorganisme sisaldav helbeline biomass, mis tekib reovee puhastamisel aeroobses või hapnikuvabas keskkonnas.
- **Aktiivmudaprotsess** on reovee bioloogilise puhastuse protsess, milles reovee ja aktiivmuda segu segatakse ja õhustatakse. Pärast seda lahutatakse aktiivmuda puhastatud

veest ja juhitakse protsessi tagasi (tagastusmuda). Osa aktiivmudast eemaldatakse liigmudana.

- **Aktiivmuda pundumine** on nähtus aktiivmudapuhastites, mille puhul aktiivmuda on hõre, setib halvasti ning kandub järelsetitist välja; seda põhjustab tavaliselt niitjate organismide rohkus.
- **Aktiivmudasegu** on puhastatava reovee ja aktiivmuda segu aerotankis.
- **Jääkaktiivmuda** on aktiivmudaprotsessist kõrvaldatud aktiivmuda.

1. Sissejuhatus

Antud töö eesmärgiks on leida sobivaim reoveesette käitlemise moodus Eesti jaoks. Tööd kavandades nähti reoveesette käitlust kui eraldi seisvat süsteemi. Euroopa Liit on võtnud suuna vähendada biolagunevaid jäätmeid ladestatava prügi hulgas vastavalt prügiladirektiivile 2008/98/EÜ. Üheks mahukamaks biolagunevate jäätmete grupiks on reovee puhastamisel tekkivad setted, mis jäätmeseaduse järgi on samuti biolagunevad jäätmed. Töö üheks eesmärgiks on kontrollida valitud indikaatornäitajate abil hetkel juba Eestis töösolevate setete kompostimise protsesside ohutust keskkonnale (inimeste, loomade ja taimede tervisele) ning sette omadusi, et hinnata taaskasutamise otstarbekust.

Reoveesette omaduste hindamise abil on võimalik teha ka valikuid Eestisse sobivimate tehnoloogiate leidmiseks. Reoveesetted sisaldavad küllaldaselt põllumajanduslikult väärtuslikke toitaineid nagu fosfor, lämmastik jne. Reoveesetted muudab keskkonna- ja terviseohtlikuks asjaolu, et setted võivad sisaldada ohtlike kemikaale nagu raksemetallid, erinevad orgaanilisi ühendeid (AOX, PAH, PCB) ning dioksiine. Lisaks keemilisele riskile ei saa alahinnata ka riski inimeste, loomade ja taimede tervisele, mida võivad põhjustada reoveesettes leiduvad ja sinna ebapiisaval töötlemisel alles jäävad haigustekitajad (bakterid, viirused, parasiidid). Selleks, et reoveesetete kasutamine ei tooks kaasa keskkonnaseisundi halvenemist või haiguspuhanguid on vajalik sette eelnev töötlemine ja lõpp-produkti kontrollimine nii keemilise kui ka hügieenilise ohutuse seisukohalt.

Käesolev töö "Reoveesette töötlemise strateegia väljatöötamine, sh ohutu taaskasutamise tagamine järelvalve töhustamise, keemiliste- ja bioloogiliste indikaatornäitajate rakendamise ning kvaliteedi süsteemi juurutamise abil, II ETAPP" on koostatud vastavalt Eesti Vabariigi Keskkonnaministeriumi ning Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ vahel sõlmitud lepingule nr 09-08-3/166 23.02.2009.a.

Töö lähteülesanded on järgnevad:

1. Esitatakse ettepanekud keskkonnaministri 30. detsembri 2002. a määruse nr 78 "Reoveesette põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutamise nõuded" ajakohastamiseks
2. Reoveesette töötlusjaamade tehnoloogiate hetkeolukorra hindamine reaalsete mõõtmiste kaudu - hinnang töödeldud sette kvaliteedile ja ohutusele arvestades sessoonseid muutusi;
3. Võimalike regionaalsete töötlusjaamadena vaatluse alla võetud ettevõtete sobivuse analüüs - hinnatakse logistilist, tehnoloogilist ja regionaalset sobivust;
4. Heitvee puhastusprotsessi kvaliteedi mõju sette kvaliteedile ja kogusele. Seitsme keskmise puhasti näitel - hinnang puhastus protsesside efektiivsusele ja mõjust sette kvaliteedile;

5. Majandusliku tasuvuse analüüs väljapakutavatele reoveesette käitluse tehnoloogiatele - võimaldab leida majanduslikult kõige tasuvama tehnoloogia

Käesoleva projekti teostamise käigus (eriti selle logistilise- ja majandusanalüüsi osa koostamisel) tekkis otsene ja möödapääsmatu vajadus liita sellega ka liigiti kogutud biolagunevate jäätmete osa. Reoveesette ja biolagunevate jäätmete käitlemiseks ja väärtustamiseks on tehnoloogiliselt üks efektiivsemaid mooduseid metaankääritamine biogaasi saamiseks ning sellest soojus- ja elektrienergia tootmine. Biogaasi saagise suurendamiseks ning Eestis tekkiva biolaguneva tooraine efektiivsemaks kasutamiseks on otstarbekas kooskõidelda reoveesetteid ja liigiti kogutud biolagunevaid jäätmeid tagamaks biogaasijaamade optimaalse ja pideva toimimise. Varasemad uuringud on näidanud, et erinevate biolagunevate jäätmete kooskääritamisel reoveesetetega on saadava biogaasi saagised suuremad. Biogaasijaamade arendusi on Eestis juba ca 15 ja nende üheks tooraineallikaks on arvestatud ka reoveesete. Biogaasijaamad on planeeritud ehitada regiooniti toormeallikate ja digestaadi laotusmaade juurde ja neist osadele on juba koostatud regionaalsed logistilised skeemid ja majandusliku tasuvuse analüüsid. Neis biogaasijaamade arendustes on olulist tähelepanu pööratud ka digestaadi (kääritusjäägi) käitlemisele ja kasutamisele. Kujunenud olukorras ei ole otstarbekas koostada eraldi reoveesette regionaalseid logistilisi ja majandusanalüüse. Sette analüüsid tuleks koostada koos kõigi energeetilist potentsiaali omavate biolagunevate jäätmete biogaasijaamade logistiliste ja majandusanalüüsidega.

Seoses kujunenud olukorraga on Keskkonnaministeerium huvitatud reoveesetete ning biolagunevate jäätmete anaeroobse kooskäitlemise võimalustest Eestis. Reoveesetete ning biolagunevate jäätmete anaeroobse kooskäitlemise võimaluste uurimiseks, vajalike seadusemuudatuste ettepanekute koostamiseks ning jäätmete lakkamise staatuse saavutamiseks koostati käesolevale projektile täiendusettepanek, mis sai SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse nõukogu 16.03.2010.a. otsusega täiendava rahastuse. Nimetatud otsuse valguses teostatakse eelpool nimetatud majandusliku tasuvuse analüüs koos teiste nimetatud töödega ajavahemikus aprill 2010 kuni märts 2012.a.

2. Seadusandlik taust

Reoveesetete ja biolagunevate jäätmete käitlemist puudutavad seadused /1/.

Euroopas:

- 1999/31/EÜ Euroopa nõukogu direktiiv prügilate kohta
- Working document on sludge 3rd draft 27.04.2000
- Biological treatment of biowaste 2nd draft 12.02.2001
- Euroopa Majandus- ja Sotsiaalkomitee arvamus teemal „Ettepanek: Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv, millega luuakse mullakaitse raamistik ja muudetakse direktiivi 2004/35/EÜ” KOM(2006) 232 lõplik — 2006/0086 (COD) (2007/C 168/05)
- Euroopa parlamendi ja nõukogu direktiiv 2008/98/EÜ, mis käsitleb jäätmeid
- Nõukogu direktiiv 1986/278

Eestis:

- Jäätmeseadus (RT I 2004, 9, 52)
- Keskkonna ministri määrus nr 78 Reoveesete põllumajanduses ja haljastuses kasutamise kord (RTL 2003, 5, 48)
- Keskkonnatasude seaduse (RT I 2005, 67, 512)

Reoveesete põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutamise nõuded¹

Keskkonnaministri 30. detsembri 2002. a määrus nr 78 (RTL 2003, 5, 48), jõustunud 01.02.2003

Muudetud järgmise määrusega (kuupäev, number, avaldamine Riigi Teatajas, jõustumise aeg):

10.05.2004 nr 46 (RTL 2004, 64, 1056) 24.05.2004

Määrus kehtestatakse “ Jäätmeseaduse” (RT I 2004, 9, 52) § 29 lõike 4 punkti 16 ja § 73 lõike 5 ning “ Veeseaduse” (RT I 1994, 40, 655; 1996, 13, 241; 1998, 2, 47; 61, 987; 1999, 10, 155; 54, 583; 95, 843; 2001, 7, 19; 42, 234; 50, 283; 94, 577; 2002, 1, 1; 61, 375; 63, 387; 2003, 13, 64; 26, 156; 51, 352; 2004, 28, 190; 38, 258) 121 lõike 3 ja 261 lõike 2 alusel.

1. peatükk
ÜLDSÄTTED

§1. Määruse reguleerimisala

Vana tekst: Määrus reguleerib reoveesete kasutamist põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel, et vältida selle kahjulikku mõju pinna- ja põhjaveele, mullale, taimedele, loomade ja inimeste tervisele.

Uus tekst: Määrus reguleerib reoveesete kasutamist põllumajanduses, haljastuses, metsastamisel ja rekultiveerimisel, et vältida selle kahjulikku mõju pinna- ja põhjaveele, mullale, taimedele, loomade ja inimeste tervisele.

Uue teksti selgitus: Metsa istutamisel ei kujuta töödeldud sete ohtu keskkonnale, mida on korduvalt pikaajaliste katsetega tõestatud. Küll aga ei oleks see vastuvõetav kasvava metsa väetamiseks.

§2. Reoveesete

Vana tekst: Reoveesete (edaspidi *sete*) on reoveest füüsikaliste, bioloogiliste või keemiliste meetoditega eraldatud suspensioon, mis jaguneb orgaanilise aine töötlemistõhususe alusel töödeldud ja töötlemata setteks.

Uus tekst: Reoveesete (edaspidi *sete*) on reoveest füüsikaliste, bioloogiliste või keemiliste meetoditega eraldatud suspensioon.

§3. Töödeldud sete

(1) Sete on töödeldud selle määruse tähenduses, kui selles sisalduv orgaaniline aine on pinna- ja põhjaveele, mullale, taimedele, loomade ja inimese tervisele ohutuks muudetud vähemalt ühe loetletud toimingu abil:

- 1) aeroobne või anaeroobne stabiliseerimine, sealhulgas kompostimine;
- 2) keemiline või termiline töötlemine;
- 3) settes sisalduva orgaanilise aine mineraliseerimine punktides 1–2 loetlemata viisidel.

(2) Vana tekst :Sette kompostimine selle määruse tähenduses on sete aeroobne lagundamine mikro- ja makroorganismide abil, milleks lisatakse settele puukoort, saepuru, põhku, turvast või mõnda muud tugimaterjali ja segatakse settega. Kompostimisel peab kompostitava materjali temperatuur olema vähemalt kuus päeva üle 60 °C.

(2) Uus tekst: Sette kompostimine selle määruse tähenduses on sete aeroobne lagundamine mikro- ja makroorganismide abil, milleks lisatakse settele puukoort, saepuru, põhku, turvast või mõnda muud tugimaterjali ja segatakse settega. Kompostimisel peab kompostitava materjali temperatuur olema vähemalt kuus päeva üle 50 °C. Settekomposti ülemine niiskusesisalduse piirväärtus võib olla maksimaalselt 70 %.

(3) Lisanduv tekst: Metaankääritatud sete tuleb segada tugiainega ja üheks aastaks ladustada komposteerimisplatsile, nii et sete läbiks külmumise ja sulamise faasid.

(4) Lisanduv tekst: Setet võib peale tahendamist ladustada selleks ettenähtud kanalisatsiooni ja kõvakattega platsidele. Sette tahendamiseks ja kompostimiseks kasutatavatelt platsidelt tuleb reostunud sademevesi kokku koguda ja puhastada reoveepuhastis.

(5) Lisanduv tekst: Reoveesete kompost on väetis, mida tuleb kasutada kui väetisainet.

Uue teksti selgitus: Metaantankidest võetud mudaga ei ole võimalik seda temperatuuri saavutada. Nõue, et kompostimise temperatuur peab olema vähemalt kuus päeva üle 60 °C on üle reguleeritud. Teada on, et enamus haigustekitavaid baktereid hävivad 50-55 °C juures 20-60 minutiga. Arusaamatuks jääb selline nõue tuginedes uuringutele maailmapraktikas, kus öeldakse, et optimaalne kompostimistemperatuur on 45-55 °C ning et liiga kõrge temperatuur aeglustab orgaanilist ainet lagundavate mikroorganismide juurdekasvu.

Uue teksti selgitus: Kui temperatuur on sisse toodud, siis võiks olla ära näidatud optimaalne niiskusesisaldus (45-65%) või määratud niiskusesisalduse ülempiir (näiteks 75%). See nõue vähendaks ka tugiainete kokkuhoidmist kompostimisel ja aitaks parandada komposti kvaliteeti.

(6) Lisanduv tekst: Hügieenisatsioon (põhjalik töötlus)

- Termiline kuivatus – kogu sette temperatuur kõrgem kui 80 ° C, vee sisalduse settes peale töötlemist alla 10% ja veeaktiivsus esimese töötlemise tunni jooksul alla 0,9.
- Termofiilne aeroobne stabiliseerimine – temperatuur vähemalt 55 ° C 20 tundi kindla partiina ilma materjali juurde lisamise või välja võtmiseta.
- Termofiilne anaeroobne kääritamine – temperatuur vähemalt 53 ° C 20 tundi kindla partiina ilma materjali juurde lisamise või välja võtmiseta.
- Vedela sette termiline töötlemine – 70 ° C juures 30 minutit millele järgneb mesofiilne anaeroobne kääritamine temperatuuril 35 ° C keskmise perioodi kestvusega 12 päeva.
- Lubjaga stabiliseerimine - saavutades pH 12 või rohkem ja hoides temperatuuri 55 ° C juures vähemalt 2 tundi.
- Lubjaga stabiliseerimine – saavutades pH 12 või rohkem ja hoides seda kolm kuud.
- Kõik eelpool loetletud töötlemise viisid peavad tagama, et töödeldud sette 50 g ei leidu Salmonella spp ning Escherichia coli arvukus väheneb 6 Log10 ulatuses alla 5 * 10² pmü/g kohta.
- **Tavaline töötlus**
 - Termofiilne aeroobne stabilisatsioon – temperatuuril vähemalt 55° C säilitades tingimusi 20 päeva
 - Termofiilne aeroobne kääritamine – temperatuuril vähemalt 53 ° C säilitades tingimusi 20 päeva
 - Lubjaga stabiliseerimine – kindlustades sette ja lubja homogeense segu ning pH tõusu 12-ni kohe peale lubja lisamist hoides pH 12 vähemalt 24 tundi.
 - Mesofiilne anaeroobne kääritamine – temperatuuril 35 ° C 15 päeva
 - Pikendatud aeratsioon välistemperatuuril partiina – ilma materjali juurde lisamise või välja võtmiseta. (minimaalne töötlemise aeg tuleb paika panna arvestades kohalikke kliimatilisi olusid)
 - Simultaanne aeroobne stabiliseerimine välistemperatuuril (minimaalne töötlemise aeg tuleb paika panna arvestades kohalikke kliimatilisi olusid)

Uue teksti selgitus: Vedelal kujul partiina säilitamine - ilma materjali juurde lisamise või välja võtmiseta. (minimaalne töötlemise aeg tuleb paika panna arvestades kohalikke kliimatilisi olusid) Töötlus peab saavutama Escherichia coli vähenemise 2 Log10 võrra.

Uue teksti selgitus: Kasutades hügieenisatsiooni töötlusviise võiks setet kasutada kõikjal haljasaladel (v.a kasvav mets) ning teistes avaliku juurdepääsuga rohealadel ainult juhul, kui on tagatud haisu puudumine. Tavalise töötamise läbinud setet ei või kasutada puu- ja juurviljade kasvatamiseks, metsas (võib kasutada metsa istutamisel). Põllumaal ja maaparanduses kasutamine on küll lubatud, kuid tuleb lisaks jälgida ka kehtestatud ajalisi piiranguid, millal võib alad kasutamiseks avada.

Uue teksti selgitus: Töödeldud sete – kus seni loetletud tehnoloogiatele lisaks või täpsustuseks tuleks tuua reoveesette töötlemistehnoloogiate täpsem määratlemine ja kirjeldamine võttes aluseks juba kehtivad Euroopa määrused sarnastele tehnoloogiatele. Neile on juba tehtud piisavad uuringud ja nende kasutamine oleks igati põhjendatud. Reoveesette uue direktiivi välja töötamise dokumendis (Working document on sludge 3rd draft) on pakutud eespooltoodud sette töölemise viisid.

§4. Vana tekst: Töötlemata sete

§4. Uus tekst: Töötlemata sete ja osaliselt töödeldud sete.

Vana tekst: Sete on töötlemata selle määruse tähenduses, kui settes on vaid vähendatud veesisaldust või settele on lisatud tugimaterjale, kuid setet ja tugimaterjali ei ole regulaarselt segatud ning tugimaterjali ja sette segu temperatuur ei ole tõusnud üle 60 °C ja säilinud sel temperatuuril vähemalt kuus päeva.

(1) Uus tekst: Sete on osaliselt töödeldud selle määruse tähenduses, kui settes on vaid vähendatud veesisaldust või settele on lisatud tugimaterjale, kuid setet ja tugimaterjali ei ole regulaarselt segatud ning tugimaterjali ja sette segu temperatuur ei ole tõusnud üle 50 °C ja säilinud sel temperatuuril vähemalt kuus päeva.

(2) Lisanduv tekst: Töötlemata reoveesete on käesoleva määruse § 2 tähenduses reoveest eraldatud suspensioon.

(3) Biotiikidest välja kaevatud või pumbatud sete on töötlemata sete.

§5. Sette kasutamine

Sette kasutamine selle määruse tähenduses on sette maapinnale laotamine või pinnasesse viimine.

§6. Sette kasutamine põllumajanduses

(1) Sette põllumajanduses kasutamine on selle määruse tähenduses töödeldud sette kasutamine maal, mida kasutatakse põllumajandussaaduste tootmisel.

(2) Lisanduv tekst: Põllumajanduskõlvikute mullas määrab raskmetallide sisalduse kõlvikute kasutaja.

§7. Sette kasutamine haljastuses

(1) Sette haljastuses kasutamine on selle määruse tähenduses sette kasutamine kõrg- või madalhaljastuse rajamiseks või selle parandamiseks haljasaladel ja haljasvööndites.

(2) Lisanduv tekst: Töödeldud setet võib kasutada metsa istutamisel.

(3) Lisanduv tekst: Töödeldud setet võib kasutada eramajade haljastuses ainult haljasaladel olemasoleva mullastiku toitainetesisalduse rikastamiseks selle viljakuse suurendamise eesmärgil.

§8. Sette kasutamine rekultiveerimisel

Sette rekultiveerimisel kasutamine selle määruse tähenduses on sette kasutamine maavara kaevandamisega rikutud maa-ala või mõnel teisel viisil rikutud maa-ala korrastamiseks või taaskasutamiseks ettevalmistamisel või prügilate katmiseks.

§9. Jäätmeloa omamise kohustus

(1) Vastavalt jäätmeseaduse § 2 lõikele 1 käsitletakse reoveesetet jäätmena.

(2) Setet põllumajanduses, haljastuses või rekultiveerimisel kasutamiseks andval isikul peab olema jäätmeluba.

(3) Vana tekst: Jäätmeloa omamise nõue ei laiene isikutele, kes annavad kasutajale ühe aasta jooksul kuni 2 tonni töötlemata setet või kuni 20 tonni töödeldud setet arvestatuna kuivainena.

(3) Uus tekst: Jäätmeloa omamise nõue ei laiene isikutele, kes annavad kasutajale ühe aasta jooksul kuni 2 tonni töötlemata või osaliselt töödeldud setet arvestatuna kuivainena või kuni 20 tonni töödeldud setet arvestatuna kuivainena. Kuivaine sisaldust määratakse sette turustamise või kasutamiseks andmise ajal.

(4) Sette kasutamiseks põllumajanduses, haljastuses või rekultiveerimisel kooskõlas selle määrusega kehtestatud tingimustega ei ole kasutajal jäätmeloa omamine kohustuslik.

Selgitused: Välja jäi sette kuivaine määramise kohustus kõigi partiide lõikes, mida on raske ja kulukas teostada. Siis tuleks formuleerida ka partii mõiste. Tootmine on ju pidev ja kas seega meil ainult üks partii ongi? Igast koormast kuivaine määramine oleks aga liiga suur ja mõttetu kulu.

2. peatükk SETTE KASUTAMINE

§10. Sette kasutamine põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel

(1) Põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel on keelatud kasutada setet:

1) milles vähemalt ühe raskmetalli sisaldus ületab selle paragrahvi lõikes 2 esitatud piirväärtuse;

2) mis eraldatakse reoveest, kus ohtlike ainete sisaldus ületab kalendriaasta jooksul keskkonnaministri 16. oktoobri 2003. a määruse nr 75 "Nõuete kehtestamine ühiskanalisisatsiooni juhitavate ohtlike ainete kohta" (RTL 2003, 110, 1736) nõudeid, v.a selle paragrahvi lõikes 2 loetletud raskmetallide osas.

(2) Põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutatava sette raskmetallide sisalduse piirväärtus on:

Raskmetall	Piirväärtus
	mg/sette KA kg kohta
Kaadmium	20,0
Vask	1000,0
Nikkel	300,0
Plii	750,0
Tsink	2500,0
Elavhõbe	16,0
Kroom	1000

(3) Sette kasutamine põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel on keelatud maa-aladel:

1) kus ühe või mitme raskmetalli sisaldus mullas ületab järgmisi piirväärtusi:

Raskmetall	Piirväärtus
	mg/mulla KA kg kohta
Kaadmium	3,0
<u>Vask</u>	<u>50,0</u>
Nikkel	50,0
Plii	100,0
Tsink	300,0
Elavhõbe	1,5
Kroom	100,0

Märkus: Vee-ettevõtelt ja põllumeestelt on tulnud märkuseid, et tabelis toodud vase piirväärtus on vale (on proportsioonist väljas võrreldes teiste raskmetallide sisaldustega – piirab oluliselt sette kasutamist) ja seda tuleks suurendada.

2) kus mulla pH \leq 5;

3) mis on liigniisked või üleujutatavad;

4) mis on külmunud või lumega kaetud.

(4) Maa-aladel, kus mulla pH $>$ 5 ja \leq 6, võib põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutada ainult lubjaga stabiliseeritud setet.

(5) Vana tekst: Põllumajanduses, haljastuses või rekultiveerimisel sette kasutamisel mulda viidav kümne aasta keskmine raskmetallikogus hektari kohta ei tohi ületada järgmisi piirväärtusi:

(5) Uus tekst: Põllumajanduses, haljastuses või rekultiveerimisel sette kasutamisel 10 aasta jooksul mulda viidav keskmine raskmetallide kogus hektari kohta aastas:

Raskmetall	Piirväärtus
	<u>Kg/ha/a</u>
Kaadmium	0,15
Vask	12,0
Nikkel	3,0
Plii	15,0
Tsink	30,0
Elavhõbe	0,1

Selgitus – ühikute määratlemisel on algtekstis eksitud ja need tuleb asendada uuega, nagu tabelis on juba tehtud.

[RTL 2004, 64, 1056 - jõust. 24.05.2004]

(6) Uus tekst: Ohtlikuks jäätmeks kvalifitseeruva sette kasutamine põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel on keelatud. Ohtlikuks jäätmeks kvalifitseerunud sete tuleb töödelda termiliselt – põletada.

(7) Uus tekst: Sette kompostimise tugiainena võib kasutada muude käesolevas määruses nimetatud tugiainetele lisaks ainult liigiti kogutud biolagunevaid jäätmeid. Kasutamiseks antavas settekompostis ei tohi olla võõrkehi (kilet, metalli, klaasitükke, suuri lagunemata puidujäätmeid jne) üle 5 % settekomposti üldmahust.

Selgitus: Prügilates valmistatavas settekompostis on see probleemiks.

§11. Vana tekst: Töötlemata sette kasutamise nõuded

§11. Uus tekst: Osaliselt töödeldud sette kasutamise nõuded

(1) Vana tekst: Töötlemata setet tohib kasutada ainult haljastuses ja rekultiveerimisel.

(1) Uus tekst: Osaliselt töödeldud setet tohib kasutada ainult haljastuses ja rekultiveerimisel.

(2) Uus tekst: Maa peale laotatud osaliselt töödeldud sete tuleb sisse künda või katta mullaga kahe ööpäeva jooksul pärast laotamise algust, v.a prügilate katmisel.

(3) Lisanduv tekst: Töötlemata sette kasutamine on keelatud.

Selgitus: Töötlemata sette kasutamise nõuded – teiste riikide eeskujul töötlemata reoveesette kasutamise keelustamine. Toorsette ohtlikus on piisavalt tõestatud väga paljudes uuringutes, ning teiste Euroopa riikide kogemused on piisavaks aluseks. Antud olukorras ületavad seotud riskid ja kahjulikud mõjud selgelt reoveesette kasutamisest saadavad võimalikud kasulikud omadused.

§12. Sette kasutamise täiendavad nõuded põllumajanduses

(1) Maal, kus kasvatatakse köögivilja- või marjakultuure ning ravim- või maitsetaimi, on sette kasutamine keelatud.

(2) Maal, kuhu on laotatud setet, ei tohi:

- 1) aasta jooksul pärast laotamist kasvatada köögiviljakultuure ning ravim- või maitsetaimi toiduks või söödaks;
- 2) kahe kuu jooksul pärast laotamist karjatada loomi või varuda loomasööta.

(4) Vana tekst: Kasutada ei tohi setet, kus on fekaalseid coli-laadseid baktereid 100 milliliitris üle 1000 pesa moodustava ühiku (PMÜ) ja helmintide mune 1 liitris üle 1 (munade aritmeetiline keskmine liitri kohta).

(4) Uus tekst: Kasutada ei tohi setet, kus on fekaalseid coli-laadseid baktereid on 100 milliliitris vedelas settes või 100 grammis tahedas settes või settekompotis üle 1000 pesa moodustava ühiku (PMÜ) ja helmintide mune 1 liitris üle 1 (munade aritmeetiline keskmine liitri kohta).

Soovitus: Sette kasutamise täiendavad nõuded põllumajanduses – hetkel on nii, et punkt (4) sätestab, et toodud omadustega setet kasutada ei tohi, samas nende samade näitajate määramise kohustus eelnevatest punktidest välja ei tule. Fekaalsed coli-laadsed bakterid on uue terminoloogia ja meetodites toodud definitsioonid järgi enamasti võrdsed *Escherichia coliga*. Töödeldud setet ei ole enamasti võimalik milliliitrites mõõta, nii et ühikud vajaksid igal juhul ülevaatamist. Hea oleks indikaatorina lisada ka üks anaeroobne bakter näiteks *Clostridium perfringens*.

Helmint ehk parasiituss on väga lai mõiste, kuna nende hulka arvatakse kõik loomadel ja taimedel nügivad ussilaadsed loomad (imiussid, paelussid, nematoodid, kidakärssussid), seega oleks reoveesette ohutuse hindamisel õigem kasutada väljendit loomadele ja inimesele ohtlikud helmintid. Seda enam, et WHO poolt soovituslik ja ohutuks peetav helmintide munade arv (1 muna 1 liitri reovee kohta) on välja arvestatud inimest ohustavate parasiitide uuringutest. Kuna inimesele ja koduloomadele ohtlike parasiidiliikide levik ei ole üle maakera ühtlane vaid sõltub konkreetse riigi asukohast, kliimatingimustest ning sotsiaalsest taustast, on oluline kindlaks teha potentsiaalselt ohtlikud helmintid konkreetses piirkonnas ning määrata nende esinemist reovees. Selline lähenemine, samuti soovituslik WHO poolt, välistaks võimaluse, et parasiitideks määratakse ka pinnases, eelkõige toitainerikkas pinnases, milleks on ka reoveemuda ja kompost, elutsevad vabaltelavate nematoodide munad ja vastsed. Inimest ja koduloomi ohustavateks helmintideks, kelle munad võivad reovee kaudu edasi kanduda ning nakatada uusi peremehi/vaheperemehi võiks Eestis pidada solkmelisi (*Ascarida*), naaskelsaba (*Enterobius vermicularis*), piugusse (*Trichuris*) ja paelusse perekonnast *Taenia*. Parasiitide munad säilivad väliskeskkonnas nakkusvõime pikema aja vältel suure niiskuse ja madalate temperatuuride juures kuid kõrgemad temperatuurid ($t > 30^{\circ}\text{C}$), UV ja kuivus on paljude helmintiliikide munadele surmav (nt. naaskelsaba munad surevad sellistel tingimustel 1-2 päevaga; samuti hävivad nende munad vees paari päeva jooksul). Keskkonningimustele, eelkõige külmale ja niiskusele, on paksu kesta tõttu kõige vastupidavamad solkmete, piugusside ja paelusside munad.

Selgitus: Indikaatoreid võib juurde lisada, kuid arvestama peab siis ka seda, kas meil Eestis (ja mitte ainult Tallinnas) on piisavalt neid laboreid, kus neid indikaatoreid saaks määrata. Praegu on neid väga vähe, kes komposti mikrobioloogiat vajalikul tasemel teeksid.

3. peatükk

SETTE KASUTAMISE ÜLE ARVESTUSE PIDAMINE, ANDMETE EDASTAMINE JA SÄILITAMINE

§13. Sette kasutaja kohustused sette kasutamise üle arvestuse pidamisel, andmete edastamisel ja säilitamisel

(1) Sette kasutaja on kohustatud:

- 1) pidama sette kasutamise kohta päevikut või kandma andmed põlluraamatusse;
- 2) esitama sette kasutamiseks andjale kirjalikult oma nime, elu- või tegevuskoha aadressi, isikukoodi või äriregistri koodi ja andmed sette kasutamise kohta;
- 3) säilitama sette kasutamise kohta peetud päevikut kümme aastat.

(2) Päevikusse või põlluraamatusse peab sette kasutaja hiljemalt kolme päeva jooksul arvates sette kasutamisest kandma järgmised andmed:

- 1) sette kasutamise aeg;

- 2) sette kasutamise koht;
- 3) põllumajanduses, haljastusel või rekultiveerimisel kasutatud sette kogus maa-ala hektari kohta;
- 4) sette analüüsiandmed;
- 5) mulla analüüsiandmed sette kasutamise kohas.

§14. Sette kasutamiseks andja kohustused sette kasutamise üle arvestuse pidamisel, andmete edastamisel ja säilitamisel

- (1) Isikud, kellel käesoleva määruse § 9 kohaselt peab olema jäätmeluba, on kohustatud:
- 1) pidama päevikut sette töötlemise ja kasutamiseks andmise kohta;
 - 2) esitama jäätmeloa andjale iga aasta 1. veebruariks käesoleva paragrahvi lõikes 2 toodud andmed paberandjal ja elektrooniliselt;
 - 3) andma sette kasutamiseks andmisel kasutajale dokumendi, kuhu on märgitud sette töötlusviis ning käesoleva määruse § 15 lõikes 3 nõutud analüüsiandmed;
 - 4) säilitama käesoleva lõike punktis 1 nimetatud päevikut kümme aastat.

(2) Päevikusse kantakse järgmised andmed:

- 1) töödeldud ja kasutamiseks antud sette kogused;
- 2) settetöötlusviis;
- 3) sette analüüsitulemused;
- 4) sette kasutamiseviis ja -koht (territoriaalkood Eesti Vabariigi haldusüksuste klassifikaatori järgi);
- 5) kasutajate nimed, registrikoodid ja aadressid.

Soovitus: Lubadesüsteemi täiendamine – lisada jäätmelubadesse omaseire nõue kõigile reoveeseteteid töötlevatele ettevõtetele. Analüüside valikul lähtuda sette töötlemise viisist.

4. peatükk

SETTE- JA MULLAPROOVIDE VÕTMINE JA ANALÜÜSIMINE

§15. Setteproovide võtmine ja analüüsimine

(1) Sette kasutamiseks andja on kohustatud enne sette põllumajanduses, haljastuses või rekultiveerimisel kasutamiseks andmist tagama kasutamiseks antava sette proovide võtmise ja analüüsimise.

(2) Setteproovide võtmisel tuleb lisaks käesolevas määruses sätestatud nõuetele järgida keskkonnaministri 6. mai 2002. a määrusega nr 30 «Proovivõtumeetodid» (RTL 2002, 56, 833) kehtestatud nõudeid.

(3) Setteproovide analüüsimisel enne sette põllumajanduses, haljastuses või rekultiveerimisel kasutamiseks andmist tuleb määrata sette pH, raskmetallide (kaadmium, vask, nikkel, plii, tsink, elavhõbe ja kroom), kuivaine-, orgaanilise aine, lämmastiku- ja fosforisisaldus.

§16. Setteproovide võtmise sagedus

(1) Settest võetavate keskmistatud proovide arv on sõltuvalt reoveepuhasti jõudlusest ja reoveepuhasti ekspluatatsioonis olemise ajast järgmine:

Reoveepuhasti jõudlus, ie	Proovide arv aastas	
		esimesel aastal pärast kasutusele võtmist

>100 000	≥12	≥4
10 000 – 100 000	≥6	≥3
2000 – 10 000	≥4	≥2
2000	≥2	1

(2) Kui sellise reoveepuhasti, mille jõudlus on alla 100 000 ie, sette sisaldus ei ületa kalendriaasta jooksul § 10 lõikes 2 esitatud piirväärtusi, võib raskmetallide sisalduse analüüse teha kolme aasta tagant, v.a juhul, kui ühiskanalisatsiooniga ühineb ettevõtte, mille reovesi võib raskmetalle sisaldada.

[RTL 2004, 64, 1056 - jõust. 24.05.2004]

§17. Mullaproovide võtmine ja analüüsimine sette põllumajanduses kasutamiseks

(1) Sette põllumajanduses kasutaja peab tagama sette kasutamiskohas mullaproovide võtmise ning pH ja raskmetallisalduse määramise vegetatsiooniperioodi lõpus enne sette kasutamist ning kasutamise järel iga viie aasta tagant.

(2) Proovivõtukoha valikul arvestatakse haritava maa suurust, maaviljeluse eesmärki, mullastikku omadusi, mulla lõimist ja niiskust.

(3) Mullaproov võetakse keskmistatud proovina, mis koosneb 10–20 ühesuurusest 25 cm sügavuselt võetud üksikproovist. Kui mullakiht on õhem, võib üksikproovid võtta madalamalt, kuid mitte vähem kui 10 cm sügavuselt.

(4) Üksikproov võetakse 3–5 hektari samal eesmärgil viljeldava maa kohta võimalikult ühesuguse lõimise (liiv, saviliiv, liivsavi, savi, turvas) ja niiskusastmega mullast.

(5) Mullaproovi võtmisel liigutakse Z, S või U-kujuliselt.

(6) Üksikproovid kogutakse plastmassanumasse, segatakse hoolikalt ja võetakse 0,4–0,5 kg raskune keskmistatud proov.

[RTL 2004, 64, 1056 - jõust. 24.05.2004]

5. peatükk
LÕPPSÄTTED

§18. Määruse kehtetuks tunnistamine

Keskkonnaministri 11. novembri 1999. a määrus nr 93 «Reoveesette põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutamise eeskiri» (RTL 1999, 156, 2189) tunnistatakse kehtetuks.

§19. Määruse jõustumine

Määrus jõustub 1. veebruaril 2003. a.

3. Kirjanduse ülevaade

3.1. Reoveepuhasti üldkirjeldus

Linnades ja suuremates asulate toimub reovee kogumine ja töötlemine tsentraliseeritult. Tekkinud reovesi juhitakse kanalisatsioonitorustike, suurte tunnelkollektorite ja reovee ülepumpamisjaamade abil reoveepuhastisse, kus füüsikaliste, bioloogiliste ja keemiliste puhastusprotsesside käigus tagatakse loodusesse juhitavale heitveele ettenähtud kvaliteet. Suurte linnade reovee puhastamisel, nii Eestis kui maailmas, on üks levinumaid meetodeid reovee puhastamine aktiivmuda protsesside käigus, kus biopuhastus on puhastusseadme teiseks etapiks reovee mehaanilise puhastuse järel. (Kuusik, 1995)

3.1.1. Reovee mehhaaniline puhastus

Reovee mehhaaniline puhastus seisneb lahustumatute ainete eraldamises reoveest, mis on vajalik eelkõige edasise puhastusprotsessi häireteta läbiviimiseks. Mehhaanilises puhastusetapis juhitakse reovesi läbi võrede, sõelade ning liivapüüniste. Liiva, kohvipuru ja muu prahi eemaldamise mõte on selles, et see ei ummistaks puhastusseadet (Kuusik, 1995). Mehhaaniline puhastus on tähtis, kuna see kindlustab järgnevate puhastiosade häireteta töö. Tähtsamad seadmed mehhaanilisel puhastusel on võred, sõelad, liiva- ja rasvapüünised, setitid, flotaatorid ning filtrid. Mehhaanilise puhastuse ülesanne on veest kõrvaldada lahustumatud ained (ujupraht, liiv, hõljuvaine) füüsikaliste võtetega, see tähendab settimise või filtrimise teel (Velner, 1998). Reovee mehhaanilise puhastuse käigus eemaldatakse setitite abil ligi 2/3 hõljuvainest, õlidest, rasvadest ning 1/3 orgaanilisest ainest. Mehhaanilise puhastuse läbinud reovesi koosneb peamiselt ainult lahustunud orgaanilisi jäätmeid. (Kuusik, 1995)

3.1.1.1. Võre

Mehhaaniline puhastus algab reovee juhtimisega läbi võrede. Võrele jääb pidama reoveega kaasa tulev praht (kaltsud, puutükid jne), mis võivad ummistada seadmed (pumbad, aeraatorid) ja torustikud (Kuusik, 1995). Võred koosnevad kaldu asetatud või vertikaalsetest varrastest. Tavaliselt kasutatakse mehhaaniliselt puhastatavaid võresid varraste vahega 3-20 mm. Võrede efektiivsuse tõstmiseks (eriti orgaaniliste jäätmete kinnipidamiseks) soovitatakse paigaldada järjestikku kaks võret, milledest teine väiksema varraste vahega kui esimene. Võre asetamine kaldu (30-45° nurga all) vee liikumise suuna suhtes võimaldab samuti parandada võre tööd (Velner, 1998).

3.1.1.2. Liivapüünis

Liivapüünis peab kinni veest raskema materjali. Kaasajal kasutatakse aereeritavaid liivapüüniseid, milles aereerimisega tekitatakse sobiva kiirusega vee kruvitaoline liikumine. Seejuures on liiva settimine sõltumatu vooluhulgast ja oleneb ainult aeratsiooni poolt tekitatud vee ringliikumise kiirusest vertikaaltasapinnas. Nii settivad liiv (lisaks muud rasked mineraalsed osakesed) liivapüünise põhja. Aereeritavatest liivapüünistest on liiva eemaldamiseks kõige täiuslikumaks meetodiks hüdromehaaniline süsteem. Selle süsteemi puhul on liivarenni põhja paigutatud pihustitega varustatud toru, millesse perioodiliselt juhitakse surve all pesuvesi. Veejuga peseb settinud liiva püünise lõpus asuvasse punkrisse, kust ta eemaldatakse hüdroelevaatoriga. Liivapüünistest suunatakse liiv kuivatamiseks liivaväljakutele. Liiva transpordiks kasutatud vesi juhitakse tagasi reoveekanalisse liivapüünise ette. Süsteemi töötamise ajal ei ole vaja liivapüünise sektsiooni välja lülitada (Mölder, 1998).

3.1.1.3. Setitid

Mehaaniline puhastus lõpeb setitis, s.o. settekambris, millest vesi väga aeglaselt läbi voolab ja kuhu sadestub orgaaniline hõljum. Et reovesi läbib selle kambri enne bioloogilist puhastust, nimetatakse seda kambril eelsetitiks (Kuusik, 1995).

Setitid jagunevad vee liikumissuuna järgi horisontaalseteks, radiaalseteks ning vertikaalseteks. Esimesed kaks on kasutusel suuremates puhastusjaamades, nad on varustatud põhja vajunud setet eemaldavate mehhanismidega. Väikepuhastites on levinud vertikaalsetitid (lehtersetitid), mille põhi on kooniline ja sedavõrd järsu kaldenurgaga (soovitavalt mitte alla 60°), et sete sinna pidama ei jää. Sete eemaldatakse koonuse põhjast kas isevoolu teel või pumba abil (Kuusik, 1995).

Setitis toimub veest suurema tihedusega lahustumatute reoaine osakeste settimine raskusjõu toimel setiti põhja. Väikese settivate osakeste hulga korral toimub osakeste vaba settimine ning osakesed ei sega üksteise liikumist. Kui osakesed settimisel põrkuvad omavahel ja ühinevad suuremateks helvesteks, siis kasvab settimiskiirus (protsessi nimetatakse flokulatsiooniks). Flokuleeriva settimise abil on võimalik efektiivsemalt eraldada väikese tihedusega peened osakesed, kuna protsessis suurendatakse osakeste kineetilist energiat vedeliku aeglase segamise abil. Settivate osakeste suure kontsentratsiooni korral mõjutab settimiskiirust raskusjõust enam osakeste vastastikune mõjustus. Taoline ahistatud settimine (kollektiivne settimine) toimub aktiivmudapuhastuse järelsetitis (Velner, 1998).

Lihtsaim setiti töötab perioodilises režiimis. Reservuaar täitub reoveega, misjärel reoaine osakesed settivad seisvas vees. Teatud aja möödudes juhitakse pinnalt selginud vesi ära ning kõrvaldatakse põhja settinud muda. Suurte veekoguste korral kasutatakse pideva läbivooluga

setiteid. Setiti põhja kogunev sete kõrvaldatakse regulaarselt kraapmehhanismi abil (Velner, 1998).

3.1.2. Reovee bioloogiline puhastus

Reovee bioloogiline puhastus on protsess, milles mikroorganismide abil reovees lahustunud orgaanilised ained hapendatakse ning kolloidsed hõljumisoakesed sorbeeritakse biomassi (aktiivmuda) poolt, et neid saaks eraldada settimise ja flotatsiooni abil. Siia kuulub ka osakeste ühinemine helvesteks, mis kiirendab orgaaniliste osakeste väljasadestumist. Protsessi võib jagada kahte rühma (Kuusik, 1998):

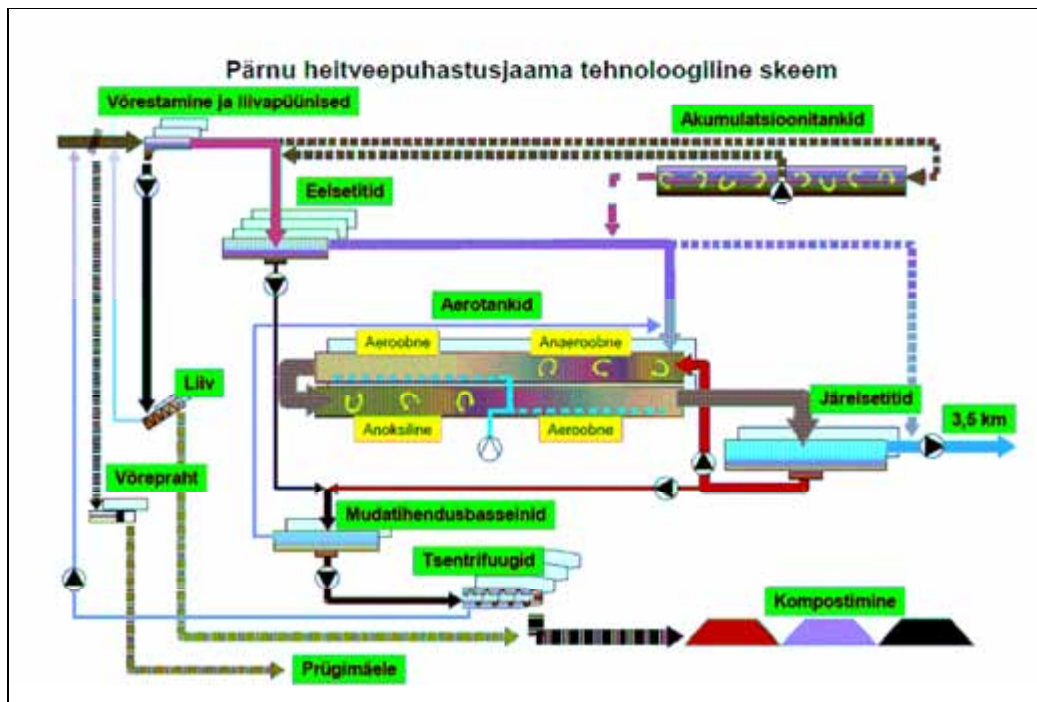
- Aktiivmudaprotsessid, kus mikroorganismid ujuvad vabalt vees ja
- Biokileprotsessid, kus mikroorganismid on kinnitunud tugiainete külge.

3.1.2.1. Biokileprotsess

Biokileprotsessides kinnituvad mikroobid täiteainele või tahketele pindadele. Puhastusefekt on seda kõrgem, mida suurem on pindadele moodustunud biokile ja vedeliku vaheline kontaktpind. Biokiles elunevad vett reostavatest orgaanilistest ainetest toituvad mikroorganismid. Levinumad tehnilised seadmed, mille töö põhineb biokileprotsessidel, on biofilter ning biorootor. Biokiles toimuvad reaktsioonid on keerulised ja neid mõjutavad olulisel määral välised tegurid (Velner, 1998).

3.1.2.2. Aktiivmudaprotsess

Aktiivmudaprotsess toimib järgnevalt: eelpuhastatud ja sageli ka eelselitatud reovesi juhitakse aeratsioonikambrisse (aerotanki), milles reovesi kontakteerub aktiivmudaga või täpsemalt mikroorganismide biomassiga. Aeratsioonikambrisse antakse pidevalt õhku. Sellega garanteeritakse aeroobsete organismide eksisteerimiseks vajaliku hapnikukoguse olemasolu. Aeratsiooniga hoitakse aktiivmuda pidevas liikumises, millega välditakse selle settimist reservuaari põhja. Aerotankist juhitakse aktiivmuda järelsetitisse, kus muda settib. Hoidmaks aerotankis muda kontsentratsioon piisavalt kõrge, pumbatakse settinud muda tagasi aerotanki (tagastusmuda - RAS). Vajalik on süsteemist osa muda kõrvaldamine, kuna uut muda kasvab kogu aeg juurde, kuid aerotankis olev muda kontsentratsioon peaks olema püsiv. See nn liigmuda (WAS) eemaldatakse kas otse aerotankist või tagastusmudatorust. Liigmuda juhitakse enamasti eelsetitisse, kus ta settib koos eelsetiti settega, ning segamuda pumbatakse mudakäitlusele. Segamuda käitlus on mudade eraldi käitlusest hõlpsam (Gerardi, 2002)



Joonis 1 AS Pärnu Vesi heitveepuhastusjaama tehnoloogiaskeem.

AS Pärnu Vesi heitveepuhastusjaama tehnoloogiline skeem. Puhastusseade koosneb mehhaanilise puhastuse osast ja kahest paralleelsest biopuhastuse liinist. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võrede, liivapüüniste ja eelsetitite abil. Võrepraht viiakse prügimäele, liiv muda kompostimise väljakule ja eelsetitites eraldunud sete läbi mudatihendusbasseinide ja tsentrifuugide samuti muda kompostimise väljakutele. Mehhaaniliselt puhastatud vesi juhitakse bioloogilisse puhastusse. Esimeseks astmeks on anaeroobne kamber, kuhu suunatakse ka tagastumuda. See on vajalik reovees leiduva fosfori bioloogiliseks eraldamiseks. Järgneb aerobne kamber, kus lisaks orgaanilise reoaine lagundamisele oksüdeeritakse lämmastikühendid nitraadiks. Edasi tuleb anoksiline kamber, kus nitraadid taanduvad gaasiliseks lämmastikuks ja eralduvad reoveest. Neljandaks astmeks on teine aerobne kamber, kus toimub lõplik bioloogiline puhastus. Aktiivmuda eraldatakse veest järelsetitites. Eelnevalt lisatakse vette veidi raua sooli. See parandab muda settivust ja eraldab täiendavalt vette jäänud fosforit.

3.2. Aktiivmudaprotsess

3.2.1. Ajalugu

Kõik heitvete puhastamisel kasutatavad bioloogilised protsessid leiavad aset ka looduses. Aeroobse puhastamise meetod põhineb hapniku vajavate mikroorganismide võimel lagundada

orgaanilisi ja mittemetallilisi anorgaanilisi ühendeid, moodustades süsihappegaasi, vett, nitraate, sulfaate, lihtsaid madala molekulmassiga orgaanilisi kõrvalprodukte ja biomassi.

Katsed puhastada reovett õhu lisamise abil pärinevad juba 20. sajandi varasest algusest ja tehti peamiselt Euroopas. Aktiivmudaprotsessi areng sai siiski alguse Anglo-Ameerikas. Massachusettsi Avaliku Tervise Osakonnas viidi läbi 1912.a. katsed, mille käigus õhustati reovett ning separeeriti esmesed aktiivmudahelbed. Saadud aktiivmudahelbeid inokuleeriti värskes reovees. Katsetel osalenud inglased Flower, Lockett, Jones ja Ardern arendasid seda ideed edasi ja juba 1914. aastaks arendasid nad välja esimese aktiivmudaprotsessil baseeruva väljatõrjesüsteemi, mis paiknes Manchesteris. Sealt alates on insenerid, bioloogid, keemikud ja paljud teised teadlased arendanud edasi aerotankide ehitust, aeratsioonisüsteeme, protsessi konfiguratsiooni ja kõikvõimalikke lisasid, mis on vajalikud ka näiteks tööstusliku reovee puhastamiseks (Hänel,1988).

3.2.2. Erinevad aktiivmudaprotsessid

Aktiivmudaprotsess on väga paindlik ja seda on võimalik kohandada mitmeks erinevaks reoveepuhastusprotsessiks. Tabelis 1 on kirjeldatud mitmeid tavalisi aktiivmudaprotsesse ja nende standardiseeritud modifikatsioone.

Tabel 1 Aktiivmudaprotsesside ja nende modifikatsioonide kirjeldus (Kuusik,1995)

Protsess või selle modifikatsioon	Kirjeldus
Tavapärane väljatõrjerežiim (Conventional Plug-Flow)	Mehhaaniliselt puhastatud reovesi ja tagastusaktiivmuda voolavad aerotanki algusesse ning segatakse surve- või mehhaaniliste õhutitega. Õhku antakse ühtlaselt kogu aerotanki ulatuses. Aerotankis toimub orgaanilise aine adsorptsioon, flokulatsioon ja oksüdatsioon. Aktiivmuda lahutatakse aktiivmudasegust järelsetitis.
Täieliku segunemise režiim (Complete-mix)	Protsess on sama, mis toimub täielikult läbiseatud pideva läbivooluga reaktoris. Mehhaaniliselt puhastatud reovesi ja tagastusmuda lastakse aerotanki mitmest kohast. Nii orgaanilise aine koormus kui hapnikutarve on ühesugune kogu aerotanki ulatuses.
Järkõhutusrežiim (Tapered aeration)	Väljatõrjerežiimi variant, mille puhul õhutus pikki aerotanki kahaneb. Aerotanki alusesse, kus hapnikutarve on suurem, juhitakse õhku rohkem ja lõpupoole vähem. Tehniliselt korraldatakse see nii, et pihustite tihedus piki aerotanki muutub.
Järkkoormamisrežiim	Väljatõrjerežiimi variant, mille puhul mehhaaniliselt puhastatud reovesi

(Step-feed aeration)	lastakse aerotanki mitmest kohast, et ühtlustada mudakoormust. Aerotankil on tavaliselt kolm või enam paralleelkanalit. Eeliseks on puhastusprotsessi juhtimise paindlikkus.
Vähendatud õhustusega režiim (Modified aeration)	Väljatõrjerežiimi variant, mille puhul õhustus kestab lühemat aega ja mudakoormus on suurem. BHT alaneb vähem kui teiste aktiivmudaprotsesside modifikatsioonide korral.
Kontaktstabiliseerimisrežiim (Contact stabilization)	Reovee puhastamine ja aktiivmuda stabiliseerimine (regeneerimine) toimub eraldi mahutites. Järelsetitis aktiivmudasegust lahutatud muda stabiliseeritakse õhustatavas regeneerimiskambris ja juhitakse siis kontaktkambrisse, kuhu voolab ka mehhaaniliselt eelpuhastatud reovesi. Aerotanki maht on võrreldes tavapärase aktiivväljatõrjerežiimiga kaks korda väiksem.
Kestvuspuhastus (Extended aeration)	Sarnaneb tavapärase väljatõrjerežiimiga, kuid erineb selle poolest, et puhasti töötab endogeense respiratsiooni režiimis: aerotanki BHT-koormus on väike ja viibeag pikk. Seda protsessi rakendatakse ainult tehases valmistatud kompakt-väikepuhastites.
Kõrgekoormusrežiim (High-rate aeration)	Aktiivmudaprotsess, mille puhul aerotanki aktiivmudasisaldus ja BHT-koormus on suured. Mudakoormus on suur, muda vanus ja viibeag on lühikesed. Väga oluline on intensiivne segamine.
Krausi protsess (Kraus process)	Järkkoormusrežiimi variant vähe lämmastikku sisaldava reovee puhastamiseks. Tagastusmuda hulka segatakse biogeene sisaldavat setteveet metaantankist ning segu õhustatakse eraldi nitrititseeerimis-mahutis. Selle mahuti aktiivmudasegu lisatakse põhi-väljatõrjeaerotanki.
Oksütank-protsess (High-purity oxygen)	Aktiivmudasegu õhustatakse puhta hapnikuga. Aerotank on pealt kinni ning kasutamata hapnik läheb ringlusesse. Osa aerotankis vabanevast gaasist lastakse välja, et vabaneda süsihappegaasist. Võib olla vaja reguleerida pH-d. Hapnikku antakse vette umbes neli korda rohkem, kui on võimalik tavapärase õhustuse korral.
Ringkanal (Oxidation ditch)	Koosneb mehhaaniliste õhustitega varustatud rõngakujulisest või ovaalsest kanalist. Võre läbinud reovesi juhitakse kanalisse, kus õhustatakse ja ringleb kiirusega 0,25-0,35 m/s. Ringkanalid töötavad tavaliselt kestvuspuhastusrežiimis – viibeag ja mudavanus on suur. Enamasti kasutatakse eraldiseisvaid järelsetiteid.
Annuspuhasti	Annuspuhasti on vahelduvalt täidetav ja tühjendatav reaktor, milles

(Sequencing batch reaktor)	kulgevad kõik aktiivmudaprotsessi astmed. Aktiivmudasegu jääb reaktorisse kõigis puhastusfaasides, järelsetitit pole vaja.
Sügavkaevreaktor (Deep shaft reaktor)	Eelsetitit ja aerotanki asendab sügav (120-150m) püstkaev, mis on vooderdatud teraskestaga ja varustatud kontsentrilise toruga nii, et moodustub rõngakujuline reaktor. Aktiivmudasegu ja õhk juhitakse piki kesktoru ja tõuseb üles mööda seda ümbritsevat rõngasruumi.
Üheastmeline nitrifikatsioon (Single stage nitrification)	Nii reovee BHT kui ammooniumisisalduse vähendamine sünnib samas biopuhastusastmes. Reaktor võib olla kujundatud täieliku segunemisega reaktorjadana või väljatõrjemahutina.
Lahusnitrifikatsioon (Separate stage nitrification)	Mitmeastmelise nitrifikatsiooni korral on nitrifikatsiooni jaoks eraldi reaktor. Selle süsteemi eelis on, et tööd võib optimeerida, ühtlustamaks nitrifikatsioonivajadust.

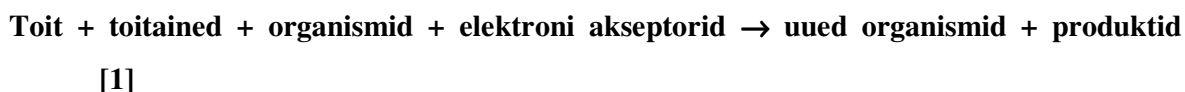
3.2.3. Mikrobioloogia ja biokeemia

Aktiivmudasegu koosneb helbeid moodustavatest bakteritest, fungidest, algloomadest ning rotiferidest, kes püsivad segus aereerimise ning mehhaanilise segamise abil. Aktiivmudaprotsessi seisukohalt kõige tähtsamad bioloogia harud on taksonoomia, füsioloogia ning ökoloogia. Organisme klassifitseeritakse sageli nende füüsiliste ning metaboolsete karakteristikute järgi. Organismide identifitseerimine on sageli eluliselt tähtis, kui on vaja diagnoosida aktiivmudaprotsessis tekkinud probleeme. Näiteks on filamentsete organismide mikroskopeerimine aktiivmudasegust tõestanud ennast, kui on vaja diagnoosida ning lahendada puhastil esinevaid vahutamisprobleeme (Hänel,1988).

Protsessis osalevate organismide ning nende metaboolsete radade tüübid omavad suurt tähtsust aktiivmudaprotsessi juhtmise eesmärgil. Aktiivmudaprotsess on avatud süsteem. Aktiivmudaprotsessis leiduvad organismid sõltuvad protsessi sisenevatest keskkonnatingimusest ning organismide omavahelistest interaktsioonidest. Keskkonnatingimuste varieerudes võib aktiivmudaprotsessi mikroorganismiline kooslus varieeruda suuresti.

Organismide füsioloogia osutub tähtsaks, kui on vaja määrata protsessis osalevate organismide konsortsiumi rolli. Klassifikatsioon baseerub tavaliselt energiaallikal (foto- ja kemotroofid), süsiniku allikal (auto- ja heterotroofid) ning hapnikuvajadusel (aeroobsed, anaeroobsed ja fakulatiivsed organismid).

Aktiivmudaprotsessis toimuvaid kvalitatiivseid biokeemilisi reaktsioone võib lihtsustatult avaldada (Hänel,1988):



Spetsiifilisemalt, aktiivmudaprotsessile iseloomulikud kemoheterotroofsed aeroobsed reaktsioonid:



Spetsiifilisemalt, nitrifitseerimisprotsessile iseloomulikud kemoautotroofsed aeroobsed reaktsioonid:



Ning viimaks, kemoheterotroofsed anoksilised reaktsioonid, mis toimuvad vastavalt puhasti konstruktsioonile kas järelsetitis või bioreaktori anoksilises tsoonis nitraadi juuresolekul:



Orgaaniliste ainete metabolism on osutunud võimalikuks tänu erinevatele ensümaatilistele protsessidele. Pole olemas organisme, kes suudaksid üksinda lagundada kõiki reovees olevaid reoaineid ja seepärast kasutatakse aktiivmudaprotsessis erinevate mikroorganismide konsortsiume. Tabelis 2 on välja toodud mõningad aktiivmudaprotsessis olevad bakterite perekonnad koos nende eelistatud substraatidega.

Tabel 2 Aktiivmudas sagedamini leiduvad bakterite perekonnad koos mõningate eelistatud substraatide ning spetsiifiliste metabolismiradadega. (Hänel,1988)

Bakterid	Peamised aktiivmudas leiduvad liigid	Eelistatud toitained ja spetsiifilised metaboolsed rajad
Fototroofsed bakterid	Rhodospirillum	Rasvhapped, tsitraaditsükli vaheproduktid, etanool, aminohapped, fruktoos
Liuglevad	Leucothrix	Paljud lihtsad orgaanilised substraadid

bakterid	Thiothrix Beggiatoa	Sulfiidid Sulfiidid, atsetaat
Kestaga bakterid	Sphaerotilus Streptothrix	Alkoholid, rasvhapped, suhkrud, aminohapped, želatiin, peptoon Süsivesinikud, želatiin, peptoon
Spiraalsed bakterid	Spirillum	Orgaanilised happed, aminohapped, alkoholid, peptoon
Gramnegatiivsed aeroobsed kepikesed ja kokid	Pseudomonas Zooglea Azotobacter	> 100 substraadi; süsivesinikud, aminohapped, rasvhapped, denitrifikatsioon, Süsivesinikud, etanool, aminohapped Süsivesinikalkoholid, orgaanilised happed, lämmastiku sidumine atmosfäärist
Gramnegatiivsed fakultatiivsed anaeroobsed kepikesed	Escherichia Salmonella Enterobacter Flavobacterium	Süsivesinikud, atsetaat Süsivesinikud, tsitraat, glükanaat, tsüaniid, denitrifikatsioon Süsivesinikud, želatiin, orgaanilised happed Süsivesinikud, orgaanilised happed, tselluloos, klutiin
Gramnegatiivsed anaeroobsed bakterid	Desulfovibrio	Laktaat, püruvaat, malaat; sulfaadi jt redutseerivate väävlühendite redutseerimine
Gramnegatiivsed kemolitotroopsed bakterid	Nitrobacter Nitrosomonas Thiobacillus	Nitriti oksüdeerimine nitraadiks CO ₂ sidumisega Ammooniumi oksüdeerimine nitritiks CO ₂ sidumisega Väävlühendite oksüdatsioon sulfaadiks CO ₂ sidumisega
Metaani bakterid	Methanobacterium	Atsetaat, formaat, metanool; CO ₂ redutseerimine metaaniks
Grampositiivsed kokid	Micrococcus Staphylococcus Streptococcus Sarcina	Püruvaat-atsetaat, laktaat, süsivesinikud Mitmed süsivesinikud; ekstratsellulaarsete ensüümide ja toksiinide tootmine Süsivesinikud, aminohapped, valgud, rasvhapped Süsivesinikud, aminohapped
Spoore	Bacillus	Süsivesinikud, polüsahhariidid, želatiin,

moodustavad kepikevad kokid	ja Clostridium	polüpeptiidid; denitrifikatsioon Süivesinikud, aminohapped, polüalkoholid, orgaanilised happed, valgud
Actinomyces jt	Arthrobacter Nocardia	Süivesinikud, aminohapped, peptoon, rasvhapped; denitrifikatsioon Süivesinikud, aminohapped, fenoolid, parafinid, uurea, tselluloos, keratiin, alkoholid, benzidiini denitrifikatsioon, lämmastiku sidumine atmosfäärist

3.2.3.1. Lämmastikuühendite metabolism

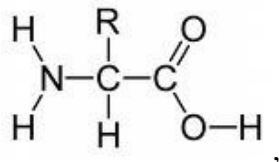
Munitsipaalne reovesi sisaldab ligi 50 mg/l lämmastikku, millest ligi 40% on orgaaniline lämmastik, enamasti seotud valkude ning uurea koostisesse. Industriaalses reovees võib lämmastikupuudus osutada kasvu inhibeerivaks faktoriks. Bioloogiline lämmastikuärastus on jaotatav kolme etappi (Hänel, 1988):

- Ammonifikatsioon: orgaaniliste lämmastikuühendite lagundamine ammooniumiks;
- Nitrifikatsioon: nitriti ja /või nitraadi moodustumine ammooniumist;
- Denitrifikatsioon: vaba lämmastiku moodustumine nitritist ja /või nitraadist.

3.2.3.1.1. Ammonifikatsioon

Ammonifikatsioon on bioloogilis-keemiline protsess, kus lämmastikku (täpsemalt $-NH_2$ -rühma) sisaldavad orgaanilised ained lagundatakse ammonifitseerijate bakterite ja mõnede seente kaasabil ammoniaagiks (NH_3) ja teisteks anorgaanilisteks ühenditeks. Ammonifikatsioon on oluline lüli lämmastikuringes, kuna see tagab orgaaniliste suhteliselt raskesti lagunevate ühendite muundumist mineraalseiks ühendeiks, mis on kättesaadavad fotosünteesijatele (eeskätt taimedele). (<http://et.wikipedia.org/wiki/Ammonifikatsioon>).

Lagundatav lämmastik on seotud aminohapetesse:



kus R tähistab ühte 20-st erinevast külghelast.

Valkudes on aminohapped seotud üksteisega peptiidsidemete abil. Biokeemilise valkude lagundamise käigus lõigatakse valgud kõigepealt proteaaside poolt polüpeptiidideks, need peptidaaside poolt aminohapeteks, ja aminohapped omakorda lagundatakse kas ammooniumiks.

Aminohapete metabolism võib toimuda mitmeid erinevaid radu mööda, mille lõpptulemusena tekivad ketohapped, küllastamata rasvhapped, amiidid või imiidid. Erinevate anaeroobsete protsesside tulemusena tekkinud amiinid oksüdeeritakse anaeroobsete bakterite poolt ammoniaagiks, süsihappegaasiks ja veeks (Hänel, 1988; Bitton, 2005).

3.2.3.1.2. Nitrifikatsioon

Kuigi enamus aktiivmudaprotsessis osalevaid organisme on heterotroofid, on nitrifitseerijad bakterid autotroofsed organismid. Biomassi juurdekasvuks kasutavad nad süsinikuallikana süsinikdioksiidi ning selle redutseerimiseks vajaminev energia saadakse ammooniumi oksüdeerimisest nitritiks või nitraadiks.

Nitrifikatsioon on ammoniaagi bioloogiline kaheetapiline oksüdeerumine hapniku osalusel nitraatideks. Protsessi viivad läbi nitrifitseerijad bakterid. Nitrifikatsiooni kiirus sõltub eelkõige ammoniaagi oksüdeerumisest nitrititeni, milleks vajatakse võrreldes nitrititest nitraatideks muundumisega rohkem energiat.

Nitrifikatsiooni iseloomustab kaheetapiline keemiline käik, kus ammoniaak muundatakse lõppkokkuvõttes nitraatideks (Hänel, 1988; Bitton, 2005):

- Kõigepealt muudab *Nitrosomonas* ammooniumi nitritiks:



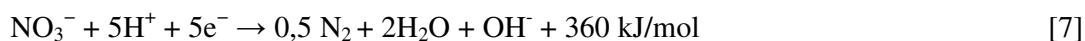
- Seejärel *Nitrobacter* nitriti nitraadiks:



Nitrifikatsiooni toimumiseks on tarvilik lahustunud hapniku olemasolu protsessis – 3,43 kuni 4,60 mg O₂/mg N nitriti tootmiseks ja 1,14 kuni 1,30 mg O₂/mg N nitraadi tootmiseks (Hänel, 1988; Bitton, 2005). Enamus reoveepuhastite operaatoreid üritab hoida lahustunud hapniku kontsentratsiooni aktiivmudasegus siiski 2,0 mg/l juures, kuigi Hänel (1988) andmetel võib nitrifikatsioon toimuda suhteliselt kiiresti ka 0,5 mg/l kontsentratsioonil.

3.2.3.1.3. Denitrifikatsioon

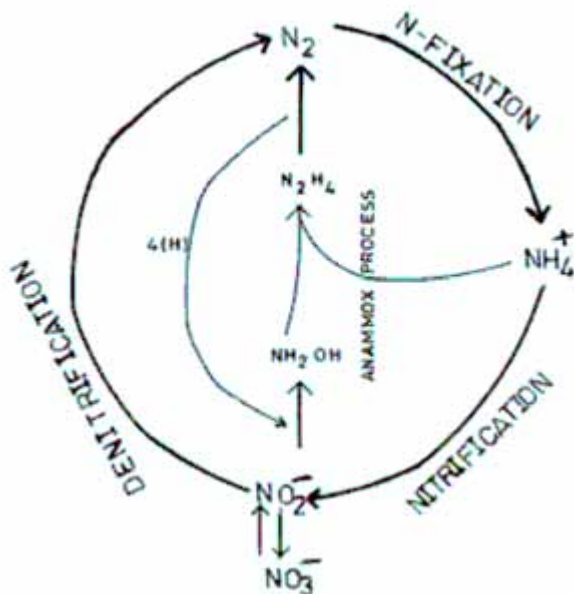
Denitrifikatsiooni käigus redutseerivad heterotroofsed bakterid anoksilistes tingimustes nitraadi vabaks lämmastikuks, mis tavaliselt lendub atmosfääri:



3.2.3.1.4. Anammox

Anammox on anaeroobne ammooniumi oksüdeerimise protsess, mis muudab ammooniumi ja nitriti otse vabaks lämmastikuks, mis lendub atmosfääri. Reaktsiooni viivad läbi anammoxi

bakterid, kes kuuluvad bakteriplanktonite hulka. Anammox avastati suhteliselt hiljuti. Reaktsioon toimub järgneva skeemi alusel (Shivaraman ja Shivaraman, 2003):

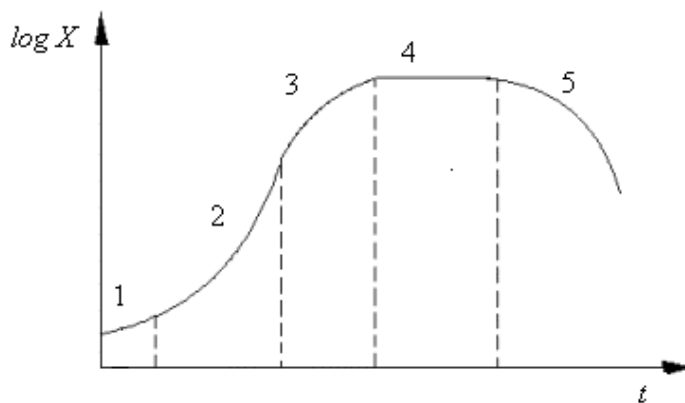


Joonis 2 Anammox reaktsioon.

3.2.4. Aktiivmudaprotsessi kasvu dünaamika

Iga organismi arengut iseloomustatakse sõnadega noorus, keskiga, vanadus. Sama kehtib ka mikroorganismide maailma kohta. Suurim erinevus eukariootide ja prokariootide vahel seisneb selles, et viimaste puhul tuleks neid kolme sõna kasutada natuke teisemas kontekstis. Prokariootid nimelt elavad aktiivselt vaid seni, kuni paljunevad. Nende rakkude arengu kirjeldamiseks on kergem vaadata aina uute järglaste peale – mida rohkem neid tuleb, seda jõulisemad nad on. Paljunemine lakkab tavaliselt keskkonnatingimuste halvenemise tagajärjel. Moodustub tsükkel sünnist surmani.

Mikroobide kasv on jagatud erinevatesse faasidesse:



Joonis 3 Mikroobide kasvufaasid kujutatuna sõltuvusena biomassi hulgast ja ajast.

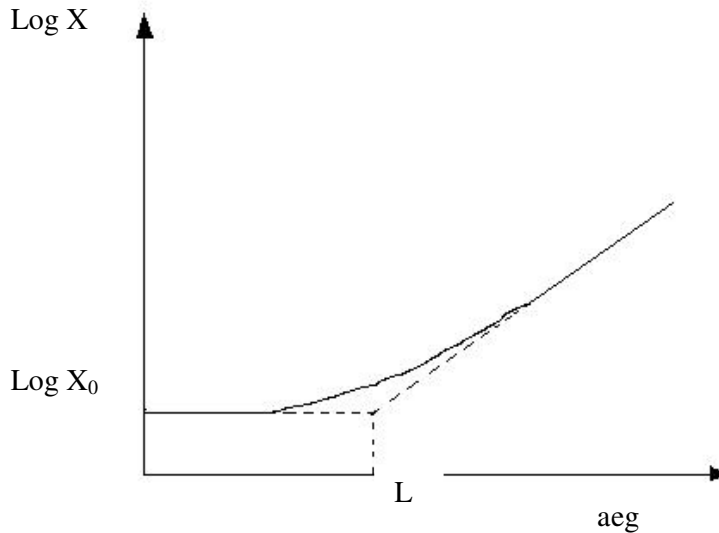
Algusfaas – λ -faas – (joonisel 3 sektor 1) see on aeg, mille jooksul külvatud kultuur kohaneb antud kasvukeskkonna füüsikaliste ja keemiliste tingimustega. Koheselt peale inokulumi külvamist uude keskkonda ei juhtu midagi – rakkude arv püsib ajutiselt sama. Kuigi selles faasis ei juhtu suuremaid muutusi rakkude arvukuses, kasutavad rakud seda aega selleks, et kasvada massis või ruumalas; sünteesivad ensüüme, proteiine, RNAd jne; ning suurendavad metaboolset aktiivsust. λ -faasi pikkus on sõltuv kaunis erinevatest faktoritest nagu inokulumi suurus; sageli kasutavad rakud ka seda aega paranemaks füüsilistest kahjustustest või shokist, mis kaasnes uude keskkonda minekuga; või siis vajalike koensüümide ning kasvufaktorite sünteesiks. Samuti ka uute ensüümide sünteesiks, kui see on vajalik teistsuguse substraadi jaoks.

λ -perioodi definitsioon

Sageli kulub mikroorganismide inokulumi mingi aeg kohanemiseks kasvukoha tingimustega. Lag-faasi kestvuse (L) määramiseks joonistatakse biomassi logaritmi graafik (vt joonis 4), kus esialgse biomassi kontsentratsiooni tasemelt tõmmatud sirge ja eksponentsiaalse kasvu sirge

pikenduste lõikumiskoht määrab aja teljel lag-faasi kestvuse. Tänu sellele avaldub kultuuri juuredkasv (Pirt, 1975):

$$\ln X = \mu(t - L) + \ln X_0 \quad (1.)$$



Joonis 4 . Lag-faasi definitsioon.

Ekspontentsiaalse kasvu faas – (joonisel 3 sektor 2) kasvu faas, mida iseloomustab biomassi hüppeline juuredkasv. Selles faasis kasvab biomassi hulk regulaarsete pooldumiste tagajärjel. Rakud poolduvad konstantsel kiirusel, mis sõltub kasvukeskkonna ehitusest ning inkubatsiooni tingimustest. Ekspontentsiaalse kasvu määra μ bakterikultuuris saab väljendada poolestusaja t_d abil.

Alaneva kasvukiiruse faas – (joonisel 3 sektor 3) kasvukiiruse aeglustumine on tingitud peamiselt substraadi limitatsioonist ja/või inhibiitorite akumulatsioonist keskkonda. See on küllaltki tinglik faas, mis läheb sujuvalt üle statsionaarseks faasiks.

Statsionaarne faas – (joonisel 3 sektor 4) kasv aeglustub ja lakkab. Võimalikeks põhjusteks võivad olla substraadi lõppemine, mõne inhibeeriva kõrvalprodukti tekkimine, kasvutingimuste ebasoodsaks muutumine või siis kõigi nende tegurite koosmõju. Statsionaarse faasi kestel suurt muutust rakkude arvus ei toimu, kuid on väga raske kindlaks määrata, kas see johtub: a) sellest, et võrdne arv rakke sureb samal ajal, kui uued peale tekivad; b) sellest, et populatsioon on lihtsalt lõpetanud kasvamise ja paljunemise. Nagu λ -faaski, pole statsionaarne faas ilmtingimata täieliku vaikuse faas. Need bakterid, mis toodavad sekundaarseid metaboliite, näiteks antibiootikume, teevad seda statsionaarse faasi vältel. Samuti kasutavad spore moodustavad bakterid seda aega selleks, et spooride moodustamiseks vajalikke gene aktiveerida.

Lüütiline faas – (joonisel 3 sektor 5) algab pärast mõne-ajast nälgimist, sattumist ebasoodsatesse tingimustesse. Lüütilises faasis väheneb elujõuliste rakkude arv eksponentsiaalselt, vastupidises suunas eksponentsiaalsele faasile. Mitte kõik rakud ei sure, mõned lähevad puhkeseisundisse ja on võimelised minimaalse elutegevuse tagamiseks kasutama teiste rakkude biomassi.

Suuremat tähelepanu väärivad kahtlemata esimesed kolm faasi, sest nendes toimub biomassi suurenemine. Kõik tööstuslikud ettevõtted, kelle edukus sõltub toodetavast biomassi hulgast, suunavadki oma peamise tähelepanu justnimelt nende faaside kestvuse pikendamisele. Erilise tähelepanu all on aga 2. faas, kus toimub ekspodentsiaalne juurdekasv ja produktiivsus on suurim.

3.2.5. Aktiivmuda mikrobioloogiline koostis

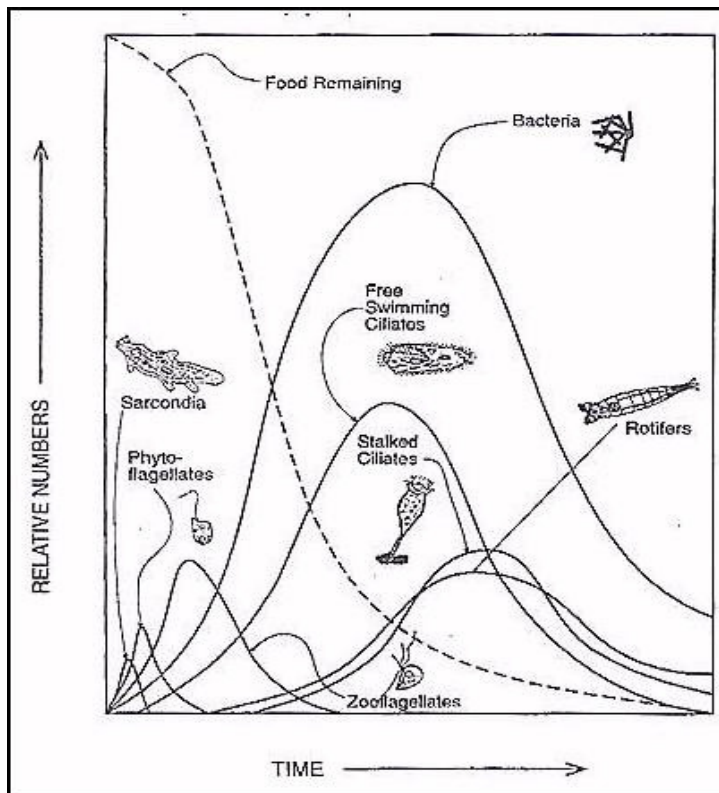
Aktiivmudasegu koosneb väga paljudest erinevatest organismidest (vt. Tabel 3). Need organismid sisenevad aktiivmudaprotsessi reoveest. Enamik organismidest on vabalt ujuvad mittepatogeensed mikroorganismid ning nende detekteerimiseks aktiivmudasegust on vaja mikroskoobi abi. Aktiivmudasegus esineb ka makroorganisme, keda on võimalik näha ka ilma mikroskoobita, kuid neid on tavaliselt väga vähesel määral.

Aktiivmudasegu bioota areng ning vananemine toimub aktiivmuda vananemise, suureneva lahustunud hapniku (DO) kontsentratsiooni ning väheneva saasteainete hulga kaudu. Aktiivmudasegu areng ning vananemine on kergesti kirjeldatav sammude reana, kus igale sammule on iseloomulikud muutused dominantsete organismide arvus, tüübis jne. Vastavalt mudavanuse (SA) ning aktiivmudahelveste viibeaja (MCRT) suurenemisele toimub aktiivmudasegu vananemine järgnevalt (Gerardi, 2008):

1. Mikro- ja makroskoopilised organismid sisenevad aktiivmudaprotsessi koos substraatide (BHT) ning toitainetega (lämmastik, fosfor jne). Organismid sisenevad protsessi pidevalt reoveega koos.
2. Protsessi käivitamisel on aktiivmudaprotsess raskelt saastunud ning opereerib küllaltki madalal DO kontsentratsioonil. Madalamad eluvormid, nagu bakterid, amööbid, ripsloomad jäävad ellu ning hakkavad paljunema.
3. Koos muda vananemise ning bakterite arvukuse kasvuga paraneb reovee puhastamise efektiivsus. See võimaldab tõsta DO kontsentratsiooni ning alandada BHT hulka. Aktiivmudasegus domineerivad madalamad eluvormid.
4. Aktiivmuda edasisel vananemisel kogevad helbeid moodustavad bakterid füsioloogilist stressi ning hakkavad tootma liitumiseks vajalike rakulisi komponente ning toimub

helveste moodustumine. Helveste formeerumise tulemusena pakitakse miljonid organotroopsed ning nitrifitseerivad bakterid väikestesse (kuni 150 µm) sfäärilistesse helveste osakestesse. Helveste osakesed on valged, kuna sinna pole veel jõudnud akumulieruda bakterite poolt sekreteeritavaid õlisid. Tänu helveste osakeste tekkele paraneb reovee puhastamise efektiivsus, suureneb DO ja väheneb BHT hulk. Vabalt ujuvate ripsloomade populatsioon tõuseb ning need hakkavad puhastama keskkonda kolloididest ja üksikutest bakteritest.

5. Filamentsed organismid hakkavad kasvama ning pikenevad helveste perimeetrit ümbritsevasse lahusesse. Filamentsete organismide kasv on tingitud muda vananemisest või „stressist“.
6. Filamentsed organismid aitavad vähendada karbonaatse BHT hulka reoveest ning annavad mudahelvestele tugevuse, mille abil viimased tulevad toime turbulentsiga või lagunemisega. Tänu filamentsete organismide võrgustikule saavad aktiivmudahelbed kasvada suuremaks. See omakorda aga suurendab aktiivmudasegus olevate bakterite arvu. Reovee puhastamise efektiivsus BHT-st suureneb aeglaselt kasvavate nitrifitseerivate bakterite arv, kes oksüdeerivad ioniseeritud ammoniumi (NH_4^+) ja nitriidi (NO_2^-) nitraadiks (NO_3^-) kõrge lahustunud hapniku kontsentratsiooni juures.
7. Tänu filamentsete organismide kasvule kasvavad aktiivmudahelbed keskmise (150-500µm) või suure (üle 500µm) suuruseni. Helveste kuju muutub ebaregulaarseks, sest helbeid formeerivad bakterid kasvavad mööda filamentseid organisme. Aktiivmudahelvestega seotud bakterite arv hakkab ületama vabalt ujuvate bakterite arvu.
8. Enamus baktereid on seotud helvestega. Vohama hakkavad algloomad, kes toituvad vabalt ujuvatest bakterirakkudest ning roomavad ja kinnitunud ripsloomad. Viimased kinnituvad helveste külge ja aitavad kaasa reovee puhastamisele.
9. Aktiivmudahelveste osakesed muutuvad kuldpruuniks. Värvuse muutumine valgest kuldpruuniks on tingitud helveste koostises olevate vanade bakterite poolt toodetud õlide akumulierumisest.
10. Kui keskkonnas on palju lahustunud hapnikku ning vähe BHT-d, jääb aktiivmudaprotsessis ellu rohkem hulkrakseid organisme (rotiferid, vabalt ujuvad nematoodid), keda on mikroskoobi abil kerge detekteerida. Hulkraksete organismide arvukus sõltub siiski mitmest erinevast faktorist: a) enamikule hulkraksetele on omane pikk generatsiooniaeg võrreldes mudavanuse ja MCRT-ga, b) DO kontsentratsiooni kõikumised, mis on tingitud reovee reoainete ja pealevoolutugevuse kõikumistest, c) emas- ja isasisendite paaritumine on tänu aktiivmudasegu turbulentsile raskendatud.



Joonis 5 Aktiivmuda koosluse muutus aktiivmuda vananedes. (Allikas: <http://www.geocities.com/RainForest/Vines/4301/bugs.html>)

Tabel 3 Aktiivmudasegus leiduvad organismid (Gerardi, 2008)

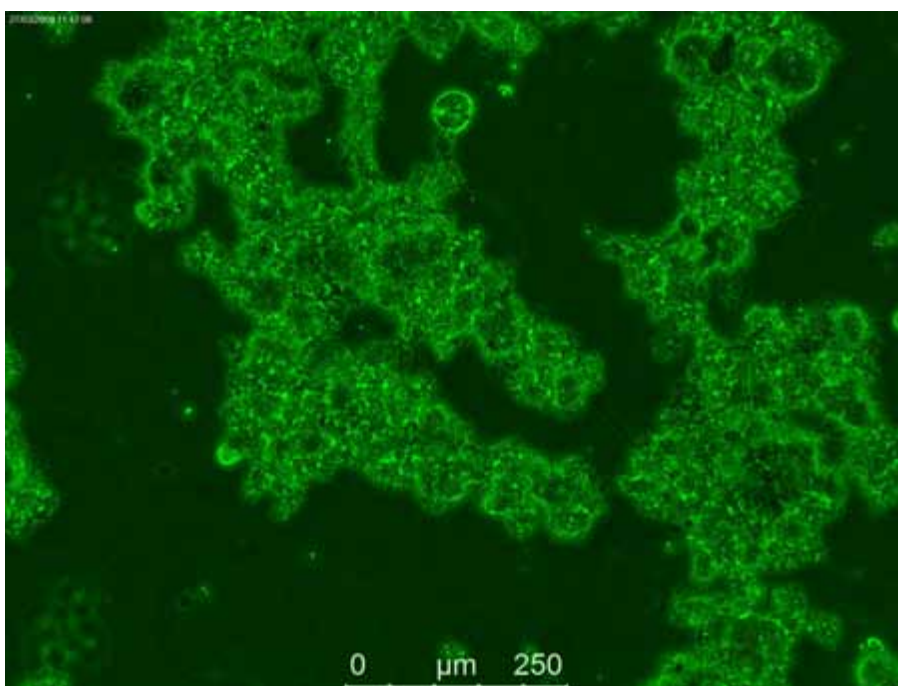
Aktiivmudasegus leiduvad organismid (Gerardi, 2008)

Filamentsed vetikad (i.k. filamentous algae)	Üheraksed fungid (i.k. single cells fungi)
Üheraksed vetikad (i.k. single cells algae)	Ripskõhtsed (Gastrotrich)
Vabaltjuuvad bakterid (i.k. free swimming bacteria)	Vabalt ujuvad nematoodid (i.k. free-swimming nematodes)
Filamentsed bakterid (i.k. filamentous bacteria)	Algloomad e. Ainuraksed (i.k. protozoa)
Sääsevastsed (i.k. bloodworm)	Vesikirbud (daphnia)
Helbeid moodustavad bakterid (i.k. floc forming bacteria)	Keriloomad e. Rotaatorid (i.k. Rotifer)
Aerjalgsed (i.k. <i>Maxillopoda</i>)	Tubifex (mudauss)
Filamentsed seened (i.k. filamentous fungi)	Tetraadid (i.k. tetrads)
Hulkharjasussid (i.k. <i>Polychaeta</i>)	Loimurid (i.k. waterbear)

3.2.5.1. Bakterid

Kõigist aktiivmudaprotsessis osalevatest organismidest on bakterid kõige tähtsamad. Enamik aktiivmudaprotsessis leiduvatest bakteritest on helbeid moodustavad gramnegatiivsed kepikesed (Glymph, 2005). Bakterite tähtsus aktiivmudaprotsessis seisneb järgnevates tegevustes (Gerardi, 2008):

- BHT lagundamine,
- Aktiivmudahelveste moodustumine,
- Raskemetallide eemaldamine,
- Lämmastiku ja fosforiärastus,
- Orgaaniliselt lagunevate (taime)osakeste eemaldamine,
- Kolloidide eemaldamine





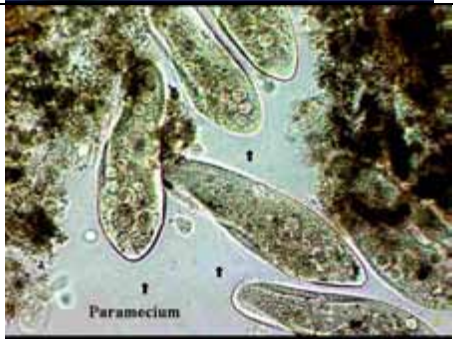
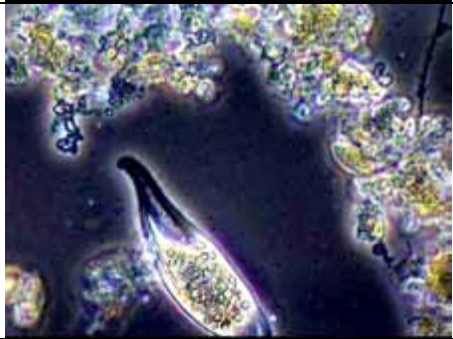

Pilt 1: Aktiivmudahelbed. Aktiivmudahelbed on moodustunud bakteritest.¹

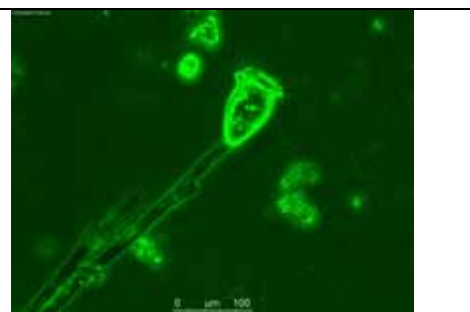
3.2.5.2. Ainuraksed ehk algloomad (*Protozoa*)

Organismide rühm, kuhu põhiliselt arvatakse heterotroofse (mõnel juhul ka miksotroofse) toitumistüübi ning mobiilsuse tõttu varem loomadeks peetud üherakulised organismid, kellel puuduvad taimedele tüüpilised rakusein ja kloroplastid ning kellel erinevalt bakteritest on rakutuum. Aktiivmudas kõige sagedamini esinevad algloomad klassifitseeritakse järgnevalt (Gerardi, 2008; Glymph, 2005), Tabel 4:

¹ EKUKis kasutatava mikroskoobi Leica DM6000B kaamera on monokromaatne. Parema eristuse saamiseks on pildid esitatud rohelise valguse abil (inimsilma jaoks kõige tundlikum lainepikkus on 555nm).

Tabel 4 Aktiivmudaprotsessis kõige sagedamini leiduvad algloomad.

Amööbid	Kõige primitiivsem algloomade tüüp. Toituvad väikestest orgaanilistest osakestest, bakteritest, vetikatest jne. Iseloomulikud kõrgele toitainete hulgale aktiivmudaprotsessi käivitamise alfaasis. Pildil: <i>Amoeba proteus</i>	
Flagellaadid	Flagellaadid on tüüpiliselt väiksed ning ovaalse kujuga. Neile on iseloomulik flagella olemasolu. Toituvad peamiselt lahustuvatest orgaanilistest toitainetest. Domineerivad tavaliselt siis, kui baktereid on vähe. Pildil: <i>Peranema</i>	
Ripsloomad	Ripsloomad on kas osaliselt või täielikult kaetud ripsmetega (ld.k. cilia), mida nad kasutavad kas edasi liikumiseks või toitumiseks. Toituvad enamasti bakteritest, vetikatest ja pärmist. Reoveepuhastuses kasulikud, kuna aitavad vabaneda vabalt ujuvatest bakterirakkudest. Pildil: <i>Paramecium</i>	
Vabalt ujuvad ripsloomad	Vabalt ujuvad ripsloomad on tavaliselt üleni kaetud ripsmetega. Toituvad peamiselt vabalt ujuvatest bakterirakkudest. Domineerivad tavaliselt, kui bakterite arvukus aktiivmudasegus on suur. Pildil: <i>Litonotus</i>	
Roomavad ripsloomad	Kõige tavapärased aktiivmudasegus. Nende domineerimine viitab headele tingimustele aktiivmudaprotsessis. Toituvad aktiivmudahelveste välimistest bakterirakkudest. Pildil: <i>Euplotes</i>	

Kinnitunud ripsloomad	Meenutavad välimuselt kõige rohkem lilli, ripsmed on kinnitunud suu ümbrusesse ja nende abil tõmmatakse toit (bakterid, vetikad, väiksemad algloomad) suhu. Epistilys ja Vorticella olemasolu viitab efektiivsele nitrifitseerimisele. Pildil: <i>Vorticella</i>	
-----------------------	--	--

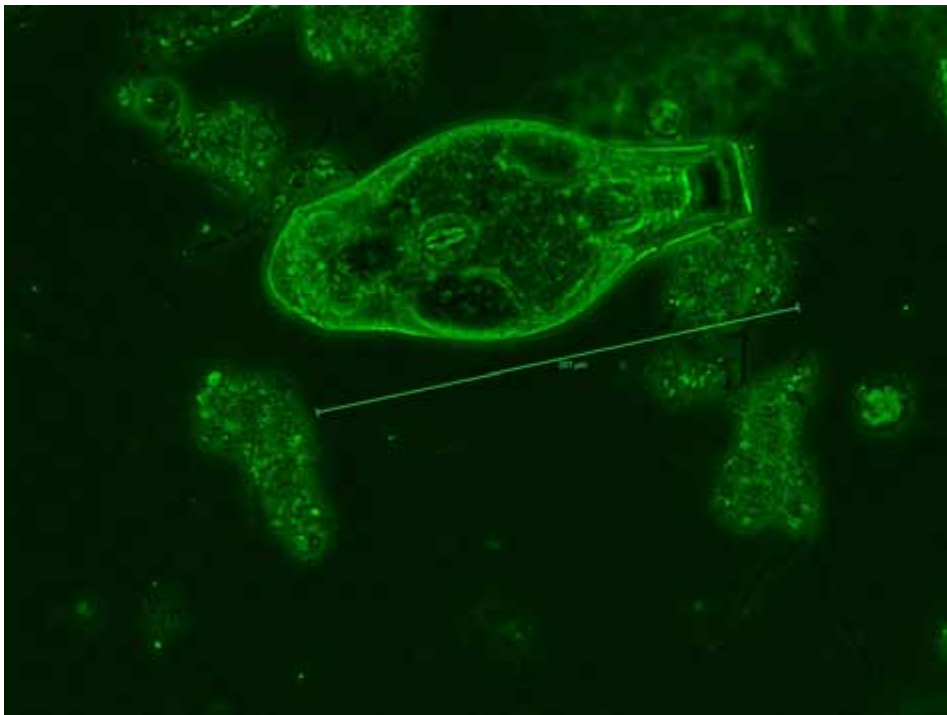
Pildid pärinevad: <http://www.environmentalleverage.com>

3.2.5.3. Hulkraksed organismid (*Metazoa*)

Hulkraksed organismid on reovee puhastamise seisukohalt suhteliselt tähtsusetud – kuigi nad toituvad bakteritest, toituvad nad ka vetikatest ning algloomadest. Hulkraksete organismide domineerimine aktiivmudaprotsessis viitab tavaliselt pikale MCRT-le. Aktiivmudaprotsessis sagedamini esinevad hulkraksed (Glymph, 2005):

□ Keriloomad ehk rotatoorid (*Rotifera* või *Rotatoria*)

Loomade hõimkond, kuhu kuuluvad mikroskoopilised pseudotsöloomiga loomad. Enamik keriloomi on umbes 0,1–0,5 mm pikad ning elavad valdavalt mageveelistes või vähese soolusega veekogudes. Keriloomad võivad olla planktilised, aeglaselt substraadil liikuvad või sessiilsed. (<http://et.pandapedia.com/wiki/Keriloomad>).

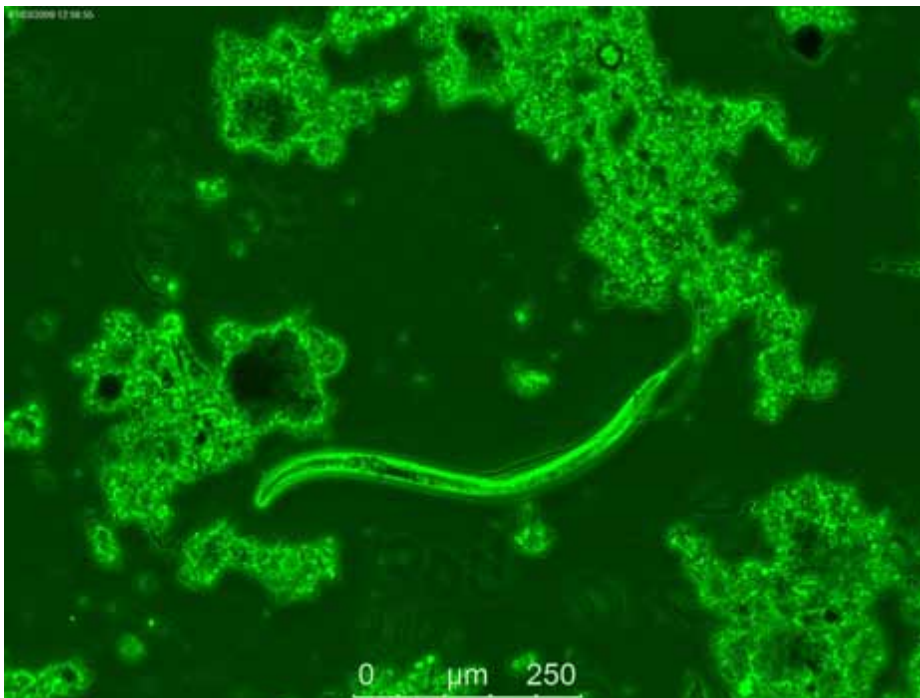


Pilt 2: Keriloom, Rotaria epiphanes, leitud 26.03.2009.a. AS Kuressaare Vesi aerotankist.

□ Helmindid

Helmindid on parasitussid, kes tavaliselt satuvad organismi suu kaudu ja elavad soolestikus, kus nad kasvavad täiskasvanuks ja hakkavad produtseerima mune. Munad väljuvad organismist koos fekaalidega. Mõned helmindid võivad kahjustada mitte ainult soolestikku, vaid ka teisi organismi siseelundeid (kopsud, silmad jt). On olemas kolm inimese tervise seisukohalt tähtsat helmintide põhiklassi: nematoodid (ümarussid), tsestodid (paelussid) ja trematodid (imiussid).

Kuigi enamus reoveega kaasa tulevaid helmintide mune sadenevad eelsetitites välja (Bitton, 2005), kanduvad siiski mõningad nematoodid aktiivmudaprotsessi. Nematoodid on iseloomulikud stabiilsetele aktiivmudaprotsessidele, mida iseloomustab pikem MCRT ja kõrge DO kontsentratsioon. Toituvad bakteritest, seentest, väiksematest algloomadest ning vahel ka teistest nematoodidest (Gerardi, 2008; Glymph, 2005).



Pilt 3: Vabalt ujuv nematood, leitud 26.03.2009.a. AS Kuressaare Vesi aerotankist.

3.2.5.4. Filamentsed organismid

Need on bakterid, seened ja vetikad, kelle rakud ei eraldu üksteisest peale pooldumist. Mitmetest rakkudest koosnevad filamendid tekivad sellel viisil. Mõningatel juhtudel ei saa rakud eemalduda ka neid ümbritseva kesta tõttu. Vaheseinad esinevad alati filamendi rakkude vahel. Samas aga pole need alati mikroskoobis nähtavad. Filamentsete organismide kasv on hea indikaator hindamaks reoveepuhastusprotsesside seisukorda.

Teadaolevalt on aktiivmudaprotsessist leitud ligi 30 erinevat filamentset organismi, milledest ligi 10 on seotud erinevate filamentsete organismide vohamisest tulenevate opereerimisprobleemidega. Filamentsed organismid omavad nii positiivset kui ka negatiivset

rolli aktiivmudaprotsessis. Nad osalevad aktiivmudahelveste moodustumisel, andes aktiivmudahelvestele juurde tugevust ning võimaldades neil suuremaks kasvada, mis omakorda aitab kaasa aktiivmudahelveste väljasettimisele järelsetitites. Negatiivsest küljest aga – mõningate filamentsete organismide vohamine (*Microthrix Parvicella*, *Nocardia*, Tüüp 1863 ja Tüüp 0092) põhjustab vahutamist aerotankis, mis omakorda tähendab reoveepuhasti haldajale suurenenud rahalisi väljaminekuid (suurenenud majandamiskulud, settivuse kadumine, saatemaksud jne) ning võib halvemal juhul viia looduse reostumiseni (Gerardi, 2008; Glymph, 2005; Bitton, 2005; Gerardi, 2002).

Aktiivmuda mikroskopeerimine aitab kaasa erinevate aktiivmudapuhastil tekkinud probleemide lahendamisele. Paljud filamentised organismid on ühtlasi indikaatorid erinevatele aktiivmudaprotsessi iseloomustavatele tingimustele (Gerardi, 2008):

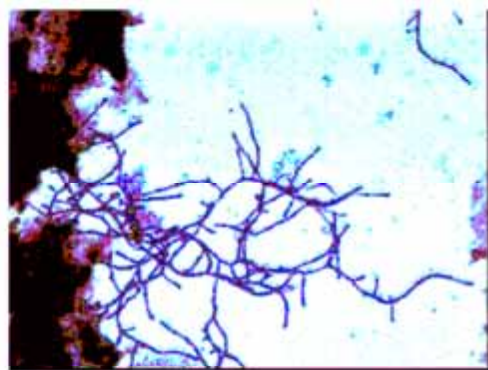
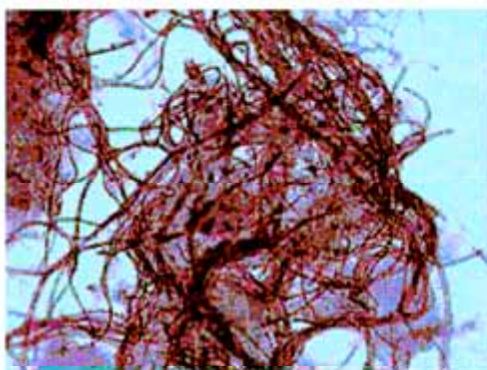
Tabel 5 Filamentsed organismid kui reoveepuhastusprotsessi iseloomustavad indikaatorid

Filamentsete organismide vohamisega seotud tingimused	Filamentsed organismid
Kõrge MCRT (>10 päeva)	0041, 0092, 0581, 0675, 0803, 0961, <i>M. parvicella</i> , <i>Nocardia</i>
Rasvad, õlid	0092, <i>M. parvicella</i> , <i>Nocardia</i>
Kõrge pH (>7,4)	<i>Microthrix parvicella</i>
Madal DO ja kõrge MCRT	<i>Microthrix parvicella</i>
Madal DO ja madal/keskmine MCRT	1701, <i>H.hydroxsis</i> , <i>S.natans</i>
Madal F/M (<0,05)	021N, 0041, 0092, 0581, 0675, 0803, 0961, <i>M. parvicella</i> , <i>Nocardia</i> , <i>H.hydroxsis</i>
Vähe lämmastikku või fosforit	021N, 0041, 0675, 1701, <i>Nocardia</i> , <i>H.hydroxsis</i> , <i>S.natans</i> , <i>Thiothrix</i> spp., seened
Madal pH (<6,8)	Seened, <i>Nocardia</i>
Orgaanilised happed	021N, <i>Beggiatoa</i> spp., <i>Thiothrix</i> spp.,
Koheselt degradeeritavad substraadid (alkoholid, väävlit sisaldavad aminohapped, glükoos)	021N, 1851, <i>Nocardia</i> , <i>H.hydroxsis</i> , <i>N.limicola</i> , <i>S.natans</i> , <i>Thiothrix</i> spp
Sulfiidid	021N, 0041, <i>Beggiatoa</i> spp., <i>Thiothrix</i> spp., <i>N.limicola</i>
Aeglaselt lagundatavad substraadid	0041, 0092, 0675, <i>M. parvicella</i> , <i>Nocardia</i>

3.2.5.4.1. Vahutamist põhjustavad filamentsed organismid

Vahutamist põhjustavatel filamentsetel organismidel on hüdrofoobsed rakuseinad. Rakud on kaetud vahaja kihiga, mis tõrjub vett ning võimaldab filamentsetel organismidel aeratsiooni olemasolul ujuda. Need filamendid ei avalda mõju settivusele ega osale reovee puhastuses, kuid võivad põhjustada liigset vahutamist ja seeläbi häirida puhastusprotsessi töökindlust.

On teada kolm põhilist filamentset organismi, mis põhjustavad vahutamist – *Nocardia*, *Microthrix parvicella* ja tüüp 1863. mõningatel juhtudel seostatakse vahutamisega ka tüüp 0092, kuid selle filamentse organismi puhul pole täpselt teada, kas ta ka ise vahutamist põhjustab (Gerardi, 2008; Glymph, 2005; Gerardi, 2002).



Pildi 4 ja 5: Vahtu tekitavad filamentsed organismid värvituna Grami meetodil. Vasakpoolsel pildil(4) Microthrix parvicella, paremal (5) Nocardia. (Allikas: <http://www.environmentalleverage.com>)

3.2.5.4.2. Filamentsete organismide poolt põhjustatud aktiivmuda pundumine

Pundunud aktiivmuda (i.k. bulking sludge) on helveste ebanormaalsete omaduste tõttu halvasti settiv aktiivmuda, mis kandub järelsetitist välja (<http://mot.kielikone.fi/mot/endic/netmot.exe?UI=ened>). Filamentne pundumine on tavaliselt põhjustatud ülemäärase filamentsete organismide kasvu poolt ja on küllatki tavaline probleem aktiivmudaprotsessis (Martins, jt, 2004), kuid ei tähenda alati, et aktiivmuda hakkab järelsetitist välja kanduma – see sõltub suuresti järelsetitite võimest hoida aktiivmuda settis (Richard, 2003, 2009).

Filamentsed organismid, mis põhjustavad aktiivmuda pundumist (Richard, 2003):

<i>Spahaerotilus natans</i>	Tüüp 1851	Tüüp 0914
Tüüp 1701	Tüüp 0803	Tüüp 0041
<i>Haliscomenobacter hydrossis</i>	<i>Microthrix parvicella</i> ²	Tüüp 0675

² M.parvicella põhjustab nii aktiivmuda pundumist kui ka vahutamist

Tüüp 021N	<i>Nostocoida limicola</i> spp	Tüüp 0411
<i>Thiothrix</i> spp	Tüüp 0961	Seened
<i>Beggiatoa</i> spp	Tüüp 0581	

3.2.6. Aktiivmudaprotsessi parameetrid

Aktiivmudaprotsess on aeroobne reoveekäitlus hapnikuga rikastatud keskkonnas. Bioloogilise puhastuse efektiivsus oleneb keskkonna pH-st (soodus pH=6...9), temperatuurist (soodus T=+10...30°C, temperatuuri tõus 10°C võrra suurendab protsessi kiirust kaks korda), nõutav on N ja P ning anorgaaniliste mikroelementide olemasolu, mis aktiveerivad ensüüme. Optimaalne tarbitava N ja P hulk sõltub reovee BHT-st ja on paljudel juhtudel vahekorras BHT:N:P – 100:5:1. Osa toitainetest muutub rakumassiks ja osa elusprotsesse ülalpidavaks energiaks. Arvatakse, et aktiivmudaprotsessis BHT-na väljenduvast olmereovee toitainest 30-50% laguneb süsinikdioksiidini, andes energiat, 40-45% jääb vette ülejääva muda vormis, mis on võimalik kõrvaldada setitamise teel ja umbes 10% jääb lahustatuna vette või nii peeneks hõljumiks, et seda ei saa setitamisega eemaldada (Bitton, 2005, Thiel, 2002).

Aktiivmudaprotsessi efektiivsust mõjutavad mitmed erinevad parameetrid:

F/M – mudakoormus (i.k. food to microorganisms)

F/M on juurdetuleva toitainehulga (väljendatakse BHT7-na) ja õhutuskambri biomassi (väljendatuna hõljum) suhe (Kuusik, 1995). Mudakoormuse abil väljendatakse aktiivmudaprotsessi sisenevate toitainehulga ja aerotankis olevate mikroorganismide (bakterite) suhet. Igale aktiivmudaprotsessile on iseloomulik mingi F/M vahemik, milles protsess toimib kõige efektiivsemalt. Samas F/M väärtused võivad varieeruda aasta jooksul, sõltuvalt temperatuurist, tööstuslike heidete hulgast jne. Tavaliselt on F/M kõrgem suvel ning madalam talvel (Gerardi, 2002; Thiel, 2002).

Arvutatakse:

$$F / M = \frac{Q * BHT_7}{V * HA}, \quad [8]$$

kus F/M on mudakoormus (d⁻¹), Q – reoveepuhastisse siseneva reovee hulk (m³/d), BHT7 – 7-päevane biokeemiline hapnikutarve (mgO₂/l), V – aerotanki ja/või kogu bioloogilise reaktori ruumala (k.a. anoksiline ja anaeroobne tsoon) (m³), HA – reaktoris oleva hõljuvaine kontsentratsioon (mg/l).

Aktiivmuda keskmine viibeag – MCRT (i.k. mean cell residence time)

MCRT on ajahulk päevades, mille kestel biomass püsib aktiivmudaprotsessis. MCRT arvutamiseks on vaja teada aktiivmudaprotsessis osaleva aktiivmuda ja sealt väljuva liigmuda hulka (Kuusik, 1995; Gerardi, 2002, Thiel, 2002).

Arvutatakse:

$$MCRT = \frac{W}{WAS} = \frac{HA * V}{HA_{liigmuda} * Q_{liigmuda}}, \quad [9]$$

kus MCRT – aktiivmuda keskmine viibeag (d), WAS – liigmuda hulk ööpäevas (kg HA/d), HA – reaktoris oleva hõljuvaine kontsentratsioon (mg/l), $HA_{liigmuda}$ – liigmudas oleva hõljuvaine kontsentratsioon (mg/l), $Q_{liigmuda}$ – reaktorist ärajuhitava liigmuda hulk (m^3/d), V - aerotanki ja/või kogu bioloogilise reaktori ruumala (k.a. anoksiline ja anaeroobne tsoon) (m^3).

Vastavalt muda vanusele jaotatakse puhastusseadmed (Kuusik, 1995):

- Kõrgelt koormatud - MCRT < 2 d
- Normaalselt koormatud - MCRT = 2-6 d
- Madalalt koormatud - MCRT > 7 d.

30 minutit settinud muda maht



See on test, mida kõik reoveepuhastite operaatorid teostavad igapäevaselt. Settunud muda ruumala annab üldise jämeda hinnangu biomassi hulcale reaktoris. Kuna organismide hulk mängib tähtsat rolli määramaks ja kontrollimaks reoveepuhasti puhastusvõimet, energia ja hapnikuvajadust ning omab suurt tähtsust järelsetitis toimivas väljasettimises, siis annab see puhasti operaatorile palju infot puhasti töövõime kohta.

Settivuse test tuleks läbi viia koheselt peale aktiivmudaproovi võtmist. Soovitavalt puhastusseadmel kohapeal (pildil):

1. Mõõtsilinder täidetakse õhutuskambrist võetud aktiivmudaseguga.
2. Lastakse settida 30 minutit. Märgitakse üles muda poolt hõivatud ruumala V_{30} 5 ml täpsusega.
3. Hinnatakse aktiivmuda struktuuri ja värvust, kirjeldatakse settepealset vett (selge, hägune) ja tehakse kindlaks proovi lõhn.

Aktiivmuda settivust väljendatakse ruumala%-des.

Muda ruumalaindeks SVI

Mudaindeks on parameeter, mis on edasi arendatud muda settivuse testist ja võtab arvesse ka hõljumi hulka. SVI defineeritakse kui ruumala milliliitrites, mille hõivab 1 g aktiivmuda peale settimist 30 minuti jooksul. Mida madalam on SVI, seda parem on muda kvaliteet. SVI arvutamiseks kasutatakse hõljumi ja settivuse teste:

$$SVI = \frac{V_{30} * 1000 \frac{mg}{g}}{HA}, \quad [10]$$

kus SVI – muda ruumalaindeks (ml/g), V_{30} – 30 minutit settinud aktiivmuda ruumala (ml), HA - reaktoris oleva hõljuvaine kontsentratsioon (ml/g). Erinevatel andmetel loetakse heaks SVI väärtuseks 50 kuni 150 ml/g (Hänel, 1988; Thiel jt, 2002) ja halvaks kui SVI > 150 ml/g, kuid see sõltub paljuski konkreetse reoveepuhastusjaama ehitusest. Bitton (2005) andmetel viitab kõrge SVI (> 150 ml/g) aktiivmuda pundumisele, samas kui madal SVI väärtus (< 70 ml/g) nn. “nõelapea” helvestele (i.k. pin floc). Theil jt. (2002) järgi loetakse liiga kõrgeks SVI väärtuseks üle 300 ml/g, mis viitab ka suure tõenäosusega heitvees olevale liiga kõrgele hõljumi kontsentratsioonile (aktiivmuda pundumine), mis reoveepuhastusjaamadele tähendab suurenenud saastetasu.

Muda vanus – SA (i.k. sludge age)

Muda vanus on ajahulk päevades, mille kestel hõljuvained (bakterid) viibivad aerotankis. Terminit kasutatakse märkimaks intervalli, mille kestel moodustub mudahelves ning see lõpuks eemaldatakse aktiivmudaprotsessist liigmuda eemaldamise käigus (Hänel, 1988).

Arvutatakse:

$$SA = \frac{HA * V}{HA_{reovees} * Q_{reovees} + HA_{liigmuda} * Q_{liigmuda}}, \quad [11]$$

kus SA – muda vanus (d), HA - reaktoris oleva hõljuvaine kontsentratsioon (ml/g), V - aerotanki ja/või kogu bioloogilise reaktori ruumala (k.a. anoksiline ja anaeroobne tsoon) (m^3),

$HA_{reovees}$ - reovees oleva hõljuvaine kontsentratsioon (ml/g), $Q_{reovees}$ – aktiivmudaprotsessi siseneva reovee hulk (m^3/d), $HA_{liigmuda}$ – liigmudas oleva hõljuvaine kontsentratsioon (mg/l), $Q_{liigmuda}$ – reaktorist ärajuhitava liigmuda hulk (m^3/d).

Filamentide indeksi (FI) määramine

Filamentsete mikroorganismide suurus võib varieeruda suuresti. Põhimõtteliselt on võimalik täpselt määrata filamentide arvu ja nende pikkust, kuid see on liigselt aeganõudev tegevus ja seda on võimalik läbi viia vaid siis, kui esineb suhteliselt sirgeid filamente. Spiraalseid filamente, mis sageli moodustavad sasipuntraid ning on seotud helvestega, on aga praktiliselt

võimatu sellel viisil mõõta. Olukorra lihtsustamiseks on võetud kasutusele filamentide indeks (FI).

Filamentide indeks on aktiivmudas esinevate filamentsete mikroorganismide mõõdetud number. Kasutatakse skaalat 0-st 5-ni. FI klasside vahel ca 10kordne vahe. Klasse määratakse mikroskopeerimisel väikse suurendusega ja kasutades võrdlusmaterjalina referentspilte määratud klassidega. Tegemist on hinnangulise määratlusega. Kuigi selline lähenemine ei pruugi tunduda kõige täpsem, on praktikas on selline meetod leidnud tunnustust kui kõige kiirem viis saada tähtsat infot muda omaduste kohta.

Helveste settimiskiirus on määratud filamentide arvu ning tüübiga, kuid ka mudahelveste omadustega jne. Korrelatsioon FI ja SVI vahel pole seetõttu alati kooskõlaline ja võib varieeruda suuresti ka erinevaid reoveepuhastusjaamasid võrreldes.

FI määramiseks on tähtsad järgnevad punktid (Eikelboom,2000):

1. FI on visuaalne hinnang filamentide arvule.
2. Vahe FI=3 ja FI=4 vahel on väike. Valik toimub seega mõnikord meelevaldselt ja parem oleks analüüsiakti sellisel juhul märkida FI=3,5.
3. Kahtluse korral ümardatakse FI ülespoole, kui slaidil on vähe helbeid ja allapoole, kui slaidil on palju helbeid.
4. Kui filamendid on slaidil ebaühtlaselt jaotunud, määratakse FI visuaalse keskmistamise teel.
5. FI määratakse tavaliselt 100x-200x suurenduse juures. Suuremaid suurendusi kasutades peab klassifitseerimise vajaduse korral üle vaatama, sest väikestel suurendustel võivad osad filamendid märkamata jääda.
6. Paljud filamendid on seotud helvestega ja seetõttu ei pruugi esmasel vaatlusel nähtavad olla. Grami meetodil värvides muutuvad need aga nähtavaks. Samas – selliste filamentide mõju settimise kiirusele on ainult kaudne, läbi helveste kuju muutuste.

Aktiivmudahelveste morfoloogiliste omaduste hindamine

Aktiivmuda helveste täpse morfoloogia hindamine on aktiivmudasegu mikroskopeerimise kõige keerulisem osa . Helbeid iseloomustatakse vastavalt nende omadustele:

Diameeter

Suured kompaktsed helbed settivad kiiresti. Aktiivmuda segus esineb ka peaaegu alati väikseid helbeid. Kui nende osahulk pole aga liiga kõrge, siis kantakse nad välja hõljuvkihiga. Kõrge väikeste helveste osahulk (>25%) võib aga tekitada olukorra, kus muda kantakse välja heitveega. Diameetri järgi jaotatakse aktiivmudahelbed:

- < 25 µm – väikesed
- 25-250 µm – keskmised
- 250-500 µm – suured
- > 500 µm - ülisuured

Tugevus

- Tugev helves – helves ja seda ümbritsev vedelik on selgelt eristuvad.
- Nõrk helves – helbe ja seda ümbritseva vedeliku piirid ei ole selgelt eristuvad, kuna helveste servades asub palju noori rakke ja pole selgelt arusaadav, kas need on helvestega seotud. Nõrgad helbed purunevad kergesti.

Kuju

Helveste settimisomadusi mõjutab nende kuju. Ebakorrapärase kujuga helbed settivad kehvemini. Enamik helbeid on ümara kujuga. Helveste ebakorrapärane kuju võib viidata difusiivsele aereerimisele ning küllaltki kõrgele mudakoormusele ($F/M > ca 0,3 \text{ BHT}_7/\text{HA d}$).

Struktuur

Helveste struktuuri kirjeldamisel võib eristada kahte äärmust:

- Kompaktsed helbed, kus bakterid on tihedalt üksteise vastas. Sellised helbed on enamasti pruuni värvi. Kompaktsemad helbed settivad kiiremini.
- Lahtised helbed – bakterid paiknevad helvestes üksteisest suhteliselt kaugel ja vesi võib liikuda läbi helbe osakeste.

3.3. Vahu ja saasta tootmine ning kogunemine

Aktiivmudaprotsessis tähendab vahu ja saasta tootmine ning kogunemine muutust vähemalt ühes keskkonnatingimuses (vt. Tabel 6). Vahu ning saasta esinemine aktiivmudaprotsessis võib tekitada palju probleeme reoveepuhastusprotsessi juhtimisel ning endaga kaasa tuua puhastusprotsessi efektiivsuse langemise, majanduslike kulude kasvu ning veeerikasutusloa rikkumise.

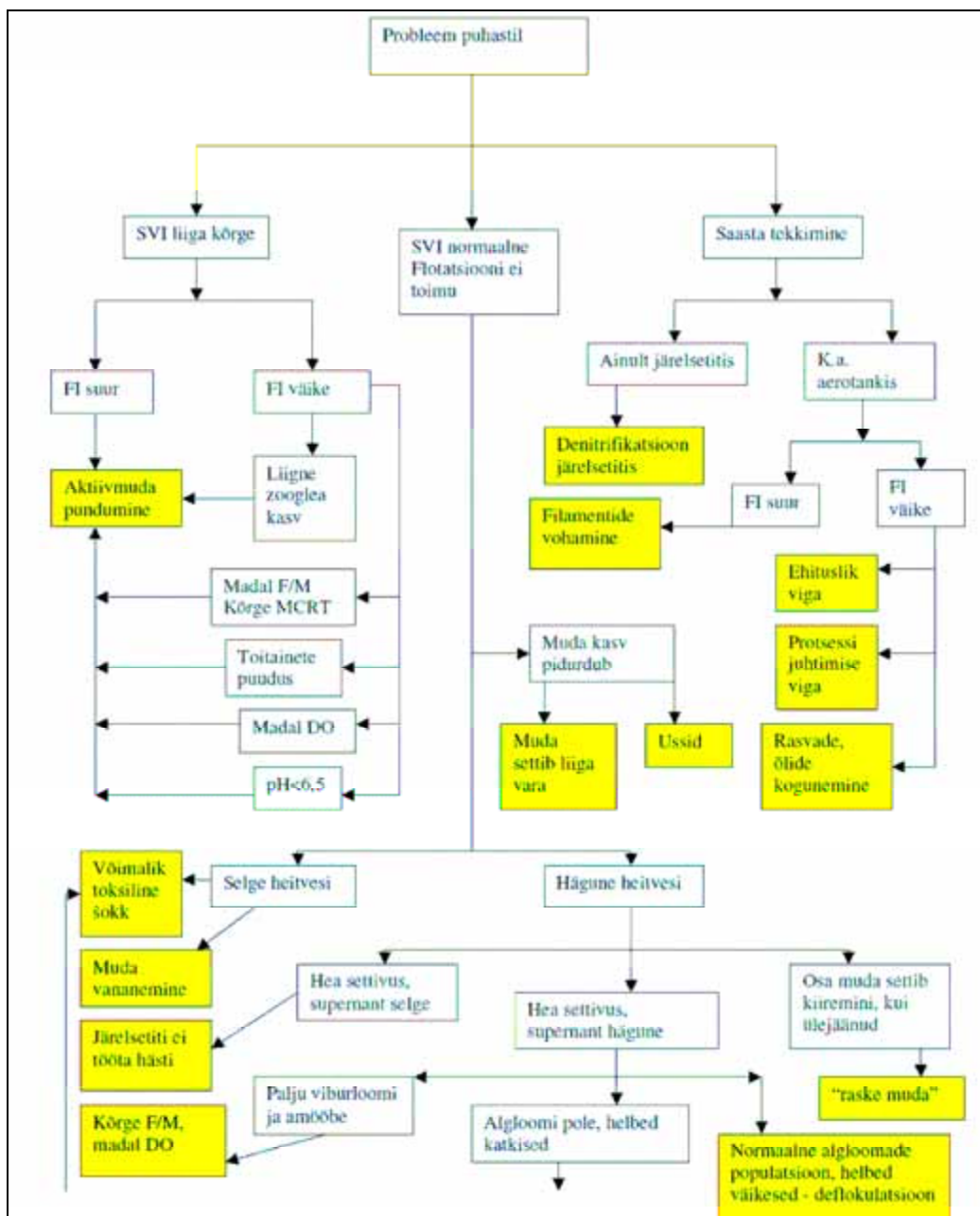
Vaht on tahke aine (nt. lipiidide) kiht, mis sisaldab gaasimulle (N_2 , CO_2 jt). Kui gaasimullid vabanevad vahust, siis vaht kukub kokku ja seda nimetatakse saastaks (Gerardi, 2002). Aktiivmudaprotsessis eristatakse mitut erinevat tüüpi vahtusid (vt Tabel 6).

Tabel 6 Peamised vahu tüübid ning tekkepõhjused aktiivmudaprotsessis. (Gerardi, 2002, <http://www.environmentalleverage.com>)

Vahu kirjeldus	Tekkepõhjus	Pilt
Õhuke, kõva, voogav, valge või hall vaht, mis katab suurt osa (või kogu) aerotanki	<ul style="list-style-type: none"> □ Aktiivmudaprotsessi käivitamine, BHT-šokk (kõrge F/M ja madal MCRT) □ Toksilised ained või temperatuurišokk □ RAS liiga madal või väljas □ Liigselt piimarasvasid, puhastusvahendeid vms vahutavaid aineid Pilt: (http://www.environmentalleverage.com)	
Valge voogav vaht	Zooglea kasv, liigselt pindaktiivseid aineid, leelisulisuse kasv, katioonsete polümeeride olemasolu aktiivmudasegus. Pildil: zooglea poolt põhjustatud aktiivmuda pundumine. Pilt: (http://www.environmentalleverage.com)	
Viskoosne tumepruun või must vaht	Rasvade, õlide kogunemine Pilt: (http://www.environmentalleverage.com)	
Viskoosne šokolaadipruun vaht	Filamentsed organismid Pildil: Aktiivmuda vahutamine Palamuse reoveepuhastil 28.04.2009.a.	
Voogav valge, kähar valge, kähar pruun, viskoosne tumepruun, želatiinilaadne tumepruun	Aktiivmuda vananemine Pildil: Aktiivmuda vahutamine AS Keila Vesi reoveepuhastil 04.03.2009.a.	

Vahutamisest vabanemiseks on mitmeid erinevaid mooduseid (tagastusmuda ja liigmuda hulga reguleerimine, SA, MCRT, F/M, DO kontsentratsiooni reguleerimine, kemikaalide kasutamine

jne), kuid valik vahust vabanemise meetodiks peaks alguse saama siiski vahu tekkepõhjuste uurimisest. Parim viis seda teha on teostada mikroskopeerimist.



Joonis 6 Puhastil esineva probleemi diagnoosimise skeem, koostatud Eikelboom, (2000), Gerardi, (2002) ja Thiel, (2002) andmetel.

3.4. Reoveesete

Puhastusseadmeis eraldub rohkesti setet, mille käitlemine on tõsisemaid reoveepuhastuse probleeme. Üldkuludest langeb settekäitluse arvele 30-60%. Setet on palju, ta on väga veerikas, sisaldab rohkesti kergestilagunevat orgaanilist ainet, haiseb ning on mikrobioloogiliselt tugevasti saastunud, sisaldades hulganisti patogeenseid baktereid ning helmintide mune (Maastik, 1984; Bitton, 2005, KKM leping nr 2-15-16/691).

Sette hulk oleneb reovee päritolust: olmereoveest tuleb seda mehhaanilisel puhastamisel 0,5-2,0 liitrit ja bioloogilisel puhastusel jääkaktiivmudana (WAS) 0,5-5,2 liitrit elaniku kohta ööpäevas, kokku kuni 3 % reovee hulgast (Maastik, 1984).

Reoveesetted on väga veerikkad ja annavad halvasti vett välja. Eelsetitite toormuda veesisaldus on pärast kahetunnist settimist 97,5 %, seismisel sete tiheneb ja kuivainesisaldus suureneb 5-8 %-ni. Jääkaktiivmuda on veelgi vedelam ja sisaldab pärast tihenemist ainult 2-3 % kuivainet (Maastik, 1984).

Settekäitluse eesmärgiks on vähendada mahtu, lagundada orgaaniline aine ning hävitada patogeensed mikroorganismid. Esimesel etapil reoveesete tihendatakse, millele järgneb kas anaeroobne või aeroobne käärimine (stabiliseerimine), mehhaaniline või looduslik tahendamine ja termiline kuivatamine (ka põletamine).

Selleks, et reovee setete kasutamine ei tooks kaasa keskkonnaseisundi halvenemist või haiguspuhanguid on vajalik sette eelnev töötlemine ja lõpp-produkti kontrollimine nii keemilise kui ka hügieenilise ohutuse seisukohalt.

Sete koosneb valdavalt orgaanilisest ainest, milleks on enamasti mikroorganismid ja nende laguproduktid. Reoveesettes sisalduvatest anorgaanilistest ainetest tuleb peatähelepanu pöörata raskmetallide sisaldusele.

Muda käitlusprotsesside valiku aluseks on kaks olulist tingimust (KKM leping nr 2-15-16/691):

1. Majanduslik – saadava produkti realiseerimishind ei tohiks olla oluliselt kõrgem käitlemiskulutustest ja peaks jääma konkurentsivõimeliseks.

2. Käideldud sette edasine kasutusviis. Näiteks kui sete on plaanitud ladestada prügilas, on kasulik kasutada käitlusprotsessis meetodeid, mis oleksid võimalikult vähekulukad, kuid annaks maksimaalse tulemuse sette massi vähendamisel. Silmas tuleb ka pidada järgnevaid asjaolusid:

- Lõppärastus ja sette utiliseerimise võimalused;
- Lõppärastuspaiga piirangud: hügieenilised, esteetilised jmt nõuded; sette kuivaine sisalduse piirmäär;
- Reoveepuhasti suurusele vastav settekäitlustehnoloogia;

- Settekäitluse võimalik mõju reoveepuhastusele (näiteks tagasijuhitava mudasettevee toitainete sisaldus, mudakäitlustehnoloogia iseärasusest tingitud raskmetallide leostumine tagasijuhitavasse mudavette eelkõige näiteks osooniga töötamise puhul);
- Sette omadused (füüsikalised, keemilised, patoloogilised);

3.4.1. Reoveesetete omadused

Reoveesetted sisaldavad küllaldaselt põllumajanduslikult väärtuslikke toitaineid nagu fosfor, lämmastik jne. Samas on aga tegemist potentsiaalselt ohtliku materjaliga. Biolagunevate jäätmete töötlemisel on materjal varieeruv. Protsessi efektiivsuse hindamiseks tuleb lähtuda igast konkreetsest juhusest. Võttes aluseks soovituslikud tüüpindikaatorid valides neist sellised, mis teevad võimalikuks antud protsessi parima jälgimise. Kasutades uusi ja arendustehnoloogiatel põhinevaid protsesse on vajalik kogu protsessi valideerimine. Valideerimisel on vaja näidata, et antud protsessil saavutatakse nõutud näitajate osas vajalik tase.

Taaskasutamiseks sobivate näitajatega sette tagab korralikult toimiv puhastussüsteem ja töötlemisele suunatava sette kvaliteet on otseses seoses heitveepuhastuse protsessiga. Puhastite efektiivsuse seire erinevate näitajate jälgimise abil võimaldab saada paremate omadustega setet edasiseks töötlemiseks. Parameetritena on oluline jälgida lahustunud hapnikku, temperatuuri, pH, üldfosfori ja üldlämmastiku hulkade muutust. Aktiivmuda protsesside jälgimine kaasa arvatud inhibiitorite kontroll. Väikestes puhastusseadmetes on probleemiks liiga väikesed vooluhulgad, mille tulemusel aktiivmuda vananeb, mis annab võimaluse aktiivmuda kooslust inhibeerivate organismide arvu suurenemise üle kriitilise piiri. Mis omakorda viib puhastusseadmed tööst välja. Halveneb aktiivmuda sadenemisevõime (filamentsete organismide vohamisest tulenevalt) ja tekkivad settekogused muutuvad. Kui on planeeritud ka sette järeltöötlus, siis võib tekkida tooraine puudus. Samas tuleb maksta kõrgemaid keskkonnatasusid, sest väljuv heitvesi ei vasta kehtestatud nõuetele. Samuti on väiksemate puhastite puhul vähene lahjendusefekt, mis tähendab, et iga kodumajapidamises kasutatav kange desinfektant võib oluliselt mõjutada puhasti tööd. Nõrga puhastusvõimega puhastite setted sisaldavad, aga rohkem ohtlike ained, sest puhastusprotsessi käigus suur hulk biodegradeeritavaid reoaineid siiski lagundatakse. Ja sellega väheneb ka reoveesette ohtlikus.

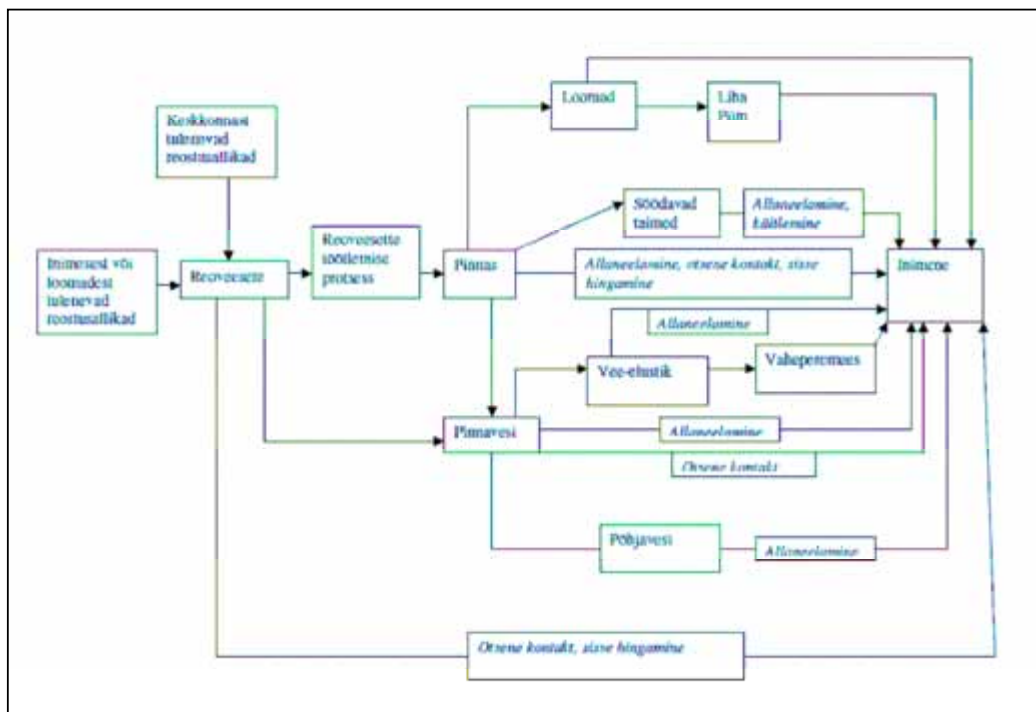
3.4.2. Toitained ja nende suhted

Oluline on jälgida ka põhitoitainete suhteid reoveesettes ja valida tugimaterjalid töötlemisel nii, et see ei halvendaks kulgevate bioloogiliste protsesside kulgu. Komposteerimiseks optimaalne C:N suhe on 20-40. Kui suhe on suurem toimub komposteerumine väga aeglaselt. Kui väiksem, lendub lämmastik ammoniaagina, mis omakorda põhjustab haisu teket. Kirjanduse andmetel on taimedel optimaalne suhe 25-30. Jälgida tuleb ka fosfori ning teiste makrotoitainete

kättesaadavust. Limiteerivaks võib saada ka mikrotoitainete puudumine. Bioloogiliste protsesside kulgemisel on oluline tasakaal ja seda tuleb ka nende protsesside planeerimisel arvestada.

3.4.3. Ohutus

Reoveesetted võivad kujutada endas potentsiaalset ohtu inimesele ja keskkonnale. **Joonisel 7** on kujutatud potentsiaalseid riske inimesele ja keskkonnale.



Joonis 7. Potentsiaalsed reostuse ning patogeenide levimise rajad reoveesetetest inimesele (Cheremisinoff, 1994)

Reoveesetete käitlemine võib endas hõlmata olulisi keskkonnamõjusid. Reoveesete käitlemise võimalusi vaadeldes tuleks tähelepanu pöörata ka järgnevatele keskkonnafaktoritele (Cheremisinoff, 1994):

- **Mõju õhule** – kübemed, hais, töötlemisest tulenev õhusaaste, lõpp-produkti transportimisest tulenev õhusaaste jne
- **Mõju veele** – pinnavee äravool, nõrgvee mõju põhjaveele; ainete, vibratsiooni, soojuse või müra otsene või kaudne väljutamine käitise saasteallikast vette
- **Mõjud pinnasele** – pinnase saastumine üleliigsete toitainete ja raskemetallidega, tsonerimisest tulenevad pinnase kasutamise piirangud
- **Regulaatorsed nõuded** – igasugune reoveesetete töötlemise protsess nõuab lubatud protseduure ning iga kasutatav tehnoloogia peab vastama inimese tervist kaitsvatele seadustele ning piirangutele.

Reoveesettes võib leiduda järgmiseid **patogeenseid mikroorganisme** nagu *Salmonella* liigid, *Campylobacter*, *E. coli O157:H7* ja *Listeria monocytogenes*.

Salmonella liikide peamiseks edasikandumise allikaks looduses on linnud ja loomad. Täielikult ei saa kõrvale jätta ka võimalust, et nakatumine võib toimuda sette kasutamisest põhjustatud pinnavee saastumise kaudu. Uuringud on näidanud, et olenevalt kliimaatilistest oludest võib *Salmonella* püsida pinnases isegi aasta peale sette laotamist. Peamiseks levikuks on kandumine loomalt loomale või nakatunud toidu söömisest. Suur on oht, et ühe looma nakatudes nakatub terve kari. Töötlemise käigus on võimalik *Salmonella* arvukus vähendada 90-99% ulatuses.

Termotolerantsed Campylobacter'i liigid nagu *Campylobacter jejuni* ja *Campylobacter coli* on registreeritud sagedaste gastroenteriidi põhjustajatena inimestel. Sümptomid on sarnased gripile: iiveldus, palavik, vaevused kõhus ning kõhulahtisus. *Campylobacter* ei paljune toidus, kuid haigestumiseks piisab juba mõnest üksikust organismist. Haigus levib kodulindude, piisavalt töötlemata joogivee ja saastunud pinnase kaudu ka otsesel kontaktil. Uuringud on näidanud, et aeroobsel töötlemisel *Campylobacter* liigid inaktiveeruvad, kuid on vastupidavamad anaeroobsele töötlemisele. Katsed on näidanud, et pastoreerimine, lubjaga töötlemine ja kompostimine vähendab *Campylobacterite* hulka rohkem kui 5 log võrreldes algse kontsentratsiooniga.

Escherichia coli O157:H7 juba väikesed hulgad võivad inimesel põhjustada kuseteede ja jämesoole veritsevaid põletikke, mis võivad viia neerukahjustusteni. Veiste nakatumisele viitab tihti asümptomaatliste nakatumiste kasv. Inimeste levinuma nakatumise allikana on registreeritud liha ja lihasaadused ning toorpiim. Samuti on registreeritud korralikult pesemata juurvilja poolt põhjustatud haiguspuhanguid.

Settes leidub ka erinevaid viiruseid, mis põhjustavad inimeste, loomade ja taimede haigestumist. Ei ole mõeldav, et rutiinselt kontrollitaks kõiki võimalikke haigustekitajaid. Läbiviidud uuringute põhjal on valitud indikaatororganismid, mis on settes arvukalt esindatud ja mille vastupidavus erinevatele töötlemistele on sarnane paljude patogeenidega. Enamlevinud indikaatoritena on kasutusel *Escherichia coli*, *Salmonella* spp, *Enterococcus* ja *Clostridium perfringens*. Indikaator valitakse nii, et ta ei oleks töötlemisprotsessi surmavate aspektide suhtes vähem ega rohkem vastupidav (näiteks temperatuuri, niiskuse või pH suhtes), vaid käituks sarnaselt patogeenidega, mille uurimiseks seda kasutatakse.

Helmintide munadest reoveesetetes³

³ Ekperthinnang: Epp Moks, Tartu Ülikool, Ökoloogia ja Maateaduste Instituut, Zooloogia osakond

Helmint ehk parasiituss on väga lai mõiste, kuna nende hulka arvatakse kõik loomadel ja taimedel nügivad ussilaadsed loomad (imiussid, paelussid, nematoodid, kidakärssussid), seega oleks reovee ohutuse hindamisel õigem kasutada väljendit loomadele ja inimesele ohtlikud helmindid. Seda enam, et WHO poolt soovituslik ja ohutuks peetav helmintide munade arv (1 muna 1 liitri reovee kohta) on välja arvestatud inimest ohustavate parasiitide uuringutest (http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuweg2/en/index.html).

Kuna inimesele ja koduloomadele ohtlike parasiidiliikide levik ei ole üle maakera ühtlane vaid sõltub konkreetse riigi asukohast, kliimatingimustest ning sotsiaalsest taustast, on oluline kindlaks teha potentsiaalselt ohtlikud helmindid konkreetses piirkonnas ning määrata nende esinemist reovees. Selline lähenemine, samuti soovituslik WHO poolt, välistaks võimaluse, et parasiitideks määratakse ka pinnases, eelkõige toitainerikas pinnases, milleks on ka reoveemuda ja kompost, elutsevad vabaltelavate nematoodide munad ja vastsed.

Inimest ja koduloomi ohustavateks helmintideks, kelle munad võivad reovee kaudu edasi kanduda ning nakatada uusi peremehi/vaheperemehi võiks Eestis pidada solkmelisi (*Ascarida*), naaskelsaba (*Enterobius vermicularis*), piugusse (*Trichuris*) ja paelusse perekonnast *Taenia*. Parasiitide munad säilivad väliskeskkonnas nakkusvõime pikema aja vältel suure niiskuse ja madalate temperatuuride juures, kuid kõrgemad temperatuurid ($t > 30^{\circ}\text{C}$), UV ja kuivus on paljude helmindiliikide munadele surmav (nt. naaskelsaba munad surevad sellistel tingimustel 1-2 päevaga; samuti hävivad nende munad vees paari päeva jooksul). Keskkonnatingimustele, eelkõige külmale ja niiskusele, on paksu kesta tõttu kõige vastupidavamad solkmete, piugusside ja paelusside munad.

Anaeroobstes tingimustes on parasiitide arengujärkude surmamiseks kõige olulisemad temperatuur ja aeg. Nii on näiteks *Taenia* liikide puhul näidatud, et temperatuuril üle 38°C säilitavad vähesed munad nakkusvõime üle 7 päeva ning inimesesolkme (*Ascaris lumbricoides*) munad surevad 40°C juures kaheteistkümne päevaga (30°C juures kulub munade surmamiseks 25 päeva). Seega, Eesti oludes võiks pidada inimestele ja koduloomadele ohtlike helmintide surmamiseks piisavaks metaankääritusprotsessi, kus temperatuur on 37°C ja protsess kestab vähemalt 30 päeva.

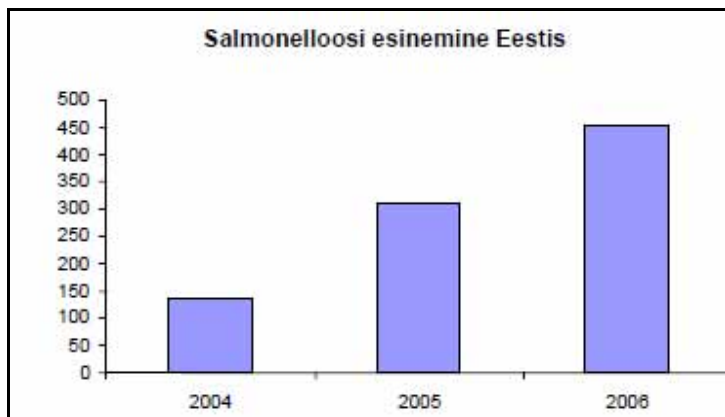
Salmonelloosi haigesutmise kasv Eestis viimastel aastatel

Eelneva jutu kokkuvõtteks võib tuua näite, mille puhul ei ole küll võimalik 100% kindlusega väita, et põhjuseks võib olla reoveesette laienenud kasutamine, kuid hetkel tehtavate analüüside põhjal ei ole seda ühe levikuteena võimalik ka kõrvale jätta. Haigustekitaja määramiseks tehtavad analüüsid on aeganõudvad ja kallid ning kuna salmonelloosi nakatumine toimub enamasti toidu kaudu selgitatakse välja ainult otsene nakkuseallikas. Jättes kindlaks tegemata,

kust toimus toiduaine nakatumine (saastunud liha, juurviljad jne). Kindlasti oleks vajalik teha ka selliseid uuringuid, mis teevad kindlaks nakkuse tõelise (esmase)allika (mujal maailmas neid ka tehtud on ja salmonelloosi levik pinnasest inimeseni on tõestatud mitmel juhul). Teades kust bakteriaalsed nakkused alguse saavad, on neid võimalik edaspidises ennetustöös ära kasutada ning haigustekitajate levikut piirata ja uusi haiguspuhanguid vältida.

Eestis on viimastel aastatel ka reoveesettes leiduva *Salmonella* spp. poolt põhjustatud soolenakkuste tõusu (Joonis 8), mille üheks põhjuseks võib olla ehitusboomist põhjustatud settekompstide laialdane kasutamine eratarbija poolt.

Bakterite poolt põhjustatud haigused on tihti sarnaste sümptomitega ja tihti kergemate nakatumiste korral analüüse ei tehta või isegi ei pöörduta arstile, jääb osa nakkusjuhtumeid registreerimata. Joonisel on toodud salmonelloosi esinemise sagedus ajavahemikul 2004 -2006.



Joonis 8. Salmonelloosi esinemine Eestis 2004-2006.a.

Salmonelloosi sümptomid on sarnased seedehäirete üldiste nähtudega ning kergemad juhud jäävad tihti diagnoosiga kinnitamata (seda soodustab ka meie hetkel kasutusel olev ravisüsteem, kus patsientidele pannakse diagnoosid telefoni teel nende enda kirjeldusele vastavalt ilma analüüse tegemata). 2007 aastal jäi diagnoositud salmonelloosi juhtude arv 2006 aasta tasemele 428 juhus aastast. Andmed on pärit www.tervisekaitse.ee.

USA-s ja teistes riikides on täheldatud isegi pargijäätmete kasutamisel komposti lähtematerjalina *E. coli* puhanguid. Ja sealsed uuringud on suutnud pinnase nendel juhtudel ka allikana kindlaks määrata.

3.4.4. Keemiline ohutus

Setted võivad sisaldada keskkonnaohtlike kemikaale nagu raksemetallid, erinevad orgaanilisi ühendeid (AOX, PAH, PCB) ning dioksiine. Alahinnata ei saa nende ainete sattumisel loodusesse riski keskkonnale ning inimeste, loomade ja taimede tervisele. Raskemetallid kui looduses akumulatsioonid, on hetkel ainsateks näitajateks, mida regulaarselt reoveesetest määratakse.

3.4.5. Reoveesette omaduste jälgimine indikaatornäitajate abil

Ei ole mõeldav, et kõiki baktereid, viiruseid ja teisi ohuallikaid hakataks määrama. Sellest tulenevalt on välja töötatud indikaatororganismide ja –näitajate süsteem. Oluline on valida protsesside parema jälgitavuse ja ohutu lõpptulemuse saavutamiseks õiged indikaatornäitajad. Indikaatornäitajate valiku aluseks on mitmeid kriteeriume. Nad peavad olema iseloomulikud kirjeldatavale protsessile, ei tohi protsessi käigus paljuneda ning nende määramine peab olema suhteliselt lihtne. Samuti peab olema tõestatud nende ja teiste analoogsete näitajate korreleeruvus ning sarnane käitumine protsessides.

Keemiliste parameetrite puhul on oluline jälgida, et juba töötlemisele minev sete oleks ohutu, sest enamus püsivad reoaineid ei lagune ka reoveesette lagundamise protsessis. Raskemetallid, AOX, PAH, PCB jne. Konkreetne määratavate näitajate hulk ja sagedus oleneb toorsette päritolust (kas on suuri tööstusi, mis juhivad oma heitvee antud puhastisse) ja kasutatavast sette töötlemise tehnoloogiast. Keemilise töötlemise puhul on ka keemiliste näitajate hulk suurem, mida hiljem töödeldud settes kontrollida.

Hügieenilise ohutuse tagamiseks on vajalik leida samuti antud olukorda ja selle muutumist parimal võimalikul viisil kirjeldavad indikaatorid. Kui kasutatakse aeroobseid protsesse on vajalikud aeroobsetele protsessidele iseloomulikud indikaatorid *Salmonella* spp, *Escherichia coli* või *Enterococcus* ning helmintide munad. Ning anaeroobsete protsesside jaoks *Clostridium perfringens*.

Umbrohuseemnete idanevus on samuti oluline kvaliteedi ja ohutuse näitaja. Huvitava ja samas hirmutava tähelepanekuna võib välja tuua, et kui vaadata suvel veidi ringi on näha, et kohtades kuhu hiljuti on laotatud uut mulda, kasvab tihti tomatitaimi. Tomatiseemned on oma heade indikaatoromaduste tõttu laialt kasutusel kompostimise protsesside hindamiseks. Böhm et al.(1999) soovitab olmest pärinevate setete kompostimise protsesside hindamiseks tomatiseemneid juhul kui teisi indikaatoreid ei määrata. Tomatiseemnete indikaatorina kasutamise miinus laboritingimustes on testi läbi viimiseks kuluv pikk aeg. Nimelt näitab tomatiseemnete idanemise võime peale kompostimist, et niiskuse, temperatuuri ja aja suhe ei ole olnud piisav, et tagada tervisele ohutu kompost. Mitmeid uuringuid on aga näidanud, et tomatiseemnete idanevuse languse ja parasiitide, bakterite ja viiruste hävimise trend on sama.

3.4.6. Reoveesette käitlemistehnoloogiad

Järgnevalt on esitatud mõned reoveesette käitlemise võimalused:

- **Anaeroobne kääritamine.**

Sete peab olema eelnevalt tihendatud, seejärel paigutatakse see metaantankidesse. Väiksemate settekooste puhul on anaeroobset kääritamist võimalik läbi viia ka selleks kohandatud setites.

Anaeroobne kääritamine viiakse läbi 37 – 40°C juures (mesofiilne kääritusprotsess) või 50-55°C juures (termofiilne kääritusprotsess), viibeaeg on 20 - 30 ööpäeva. Soovituslik viibeaeg 35°C juures on 20 ööpäeva, mis tagab, et käärimisprotsess on praktiliselt lõppenud ning haigustekitajad on hävinud. On olemas ka selliseid tehnoloogiaid, mis võimaldavad viia protsessi läbi keskmisel või kõrgel temperatuuril (termofiilne ääritusprotsess). Kuivkääritamise korral on tulemuseks 40 - 50 % kuivainesisaldusega produkt. Käärimisprotsessi käigus eralduv biogaas kasutatakse enamasti ära metaantanki temperatuuri hoidmiseks või reovee puhastusjaama tarbeks elektri tootmisel.

- **Aeroobne stabiliseerimine.**

Põhineb sette pikaajalisel õhustamisel sette stabiliseerimiskambris, mille tulemusena orgaanilised ained oksüdeeruvad. Protsessi on võimalik läbi viia ka madalal temperatuuril 15°C, kuid siis on stabiliseerumise kestvus ca 15 ööpäeva. Teine võimalus on tõsta temperatuur 50 – 65° C-ni, kus viibeajaks on 5 - 6 ööpäeva. Arvestada tuleb asjaolu, et liiga kõrgel temperatuuril (70o C) võivad hävida sette väärtuslikud komponendid. Aeroobsel stabiliseerimisel saadakse 60 - 70 % kuivainesisaldusega produkt. Protsess on lihtne kuid suurimaks puuduseks on energiakulu, mis on võrreldes anaeroobse kääritamisega 5 - 10 korda kallim.

- **Kompostimine.**

Kompostimine on aeroobne protsess, kus kompostitavaks materjaliks on reoveesete, millele lisatakse bioloogiliselt lagunevaid tugiaineid. Kompostimise käigus eralduvat gaasi on võimalik taaskasutada näiteks protsessi temperatuuri hoidmiseks või tõstmiseks. Eristatakse kolme tüüpi kompostimist:

a) Aunkompostimine - kompostimise kõik etapid toimuvad välitingimustes. Komposti aunasid segatakse õhu parema juurdepääsu ja kogu komposti ühtlasema valmimise eesmärgil teatud aja tagant. Kompostimiseks on vaja suurt maa-ala ning võimalik on protsessi käigus eralduva leha levik. Samuti ei pruugi patogeensed organismid protsessi käigus meie kliimaatilistes tingimustes hävida. Protsessi kestvus on 8-12 kuud.

b) Kuhjaskompostimine – põhimõte on sama, mis aunkomposteerimisel.

c) Anumkompostimine – komposteerimine toimub suletud reaktoris kindla õhu- ja niiskusesisalduse ja temperatuuri juures kiirendatult. Kasutatakse tunnel ja trummelreaktoreid. Tehnoloogia on paindlik, protsessi kestvus kiire: 2 - 3 nädalat. Siiski on vajalik produkti järelküpsetamine kestvusega 3 - 4 kuud. Kompostimise käigus eralduvat gaasi on võimalik kasutada reaktori temperatuuri hoidmiseks.

- **Pastöriseerimine.**

Pastöriseerimine viiakse läbi 70 – 80o C juures 30 minuti jooksul. See on efektiivne viis muuta kahjutuks patogeene, kuid üldjuhul ei loeta seda iseseisvaks sette stabiliseerimisprotsessiks. Praegu kasutatakse Kohtla-Järvel enne aunkompostimist.

Pürolüüs.

Pürolüüs viiakse läbi kõrgel temperatuuril (300 – 900°C) hapniku juuresolekuta. Protsessi produktideks on kuumad gaasid ja tahke jääk, millel on olemas teatud kütteväärtus. Mõlema jäägi puhul on võimalik teatav edasine väärtustamine ja kasutamine, mistõttu loetakse pürolüüsi ka eelkäitlusmeetodiks.

Pürolüüsi läbiviimisel järgi jäävat tahket osa võib lugeda ka madalakvaliteediliseks kivisüsiks, mida on väga lihtne ladestada. Väikeste mahtude korral (10 000 – 50 000 t/a) on jäägi edasist käitlemist võimalik korraldada mujal. Edasise käitlemise ajal eemaldatakse jäägist kloori ja metallühendid ning saadust võib kasutada võimaliku lisakütusena tsemenditehases. Suurte mahtude korral (25 000 – 500 000 t/a) võib kasutada integreeritud meetodit, kus sette esmalt pürolüüsitakse ning seejärel tahked jäägid gaasistatakse.

Pürolüüsi eelisteks on:

1. võrreldes tavapärase põletamisega on gaaside emissioon ca 30 % väiksem;
2. tänu suhteliselt madalale temperatuurile on PCDD/F emissioon nulli lähedane;
3. võimalik on jääkide edasine kasutamine;
4. pürolüüsi tehnoloogia on oma mõõtudel ja suuruselt väiksem ning kompaktsem.

4. Tulemused

Käesoleva projekti käigus külastati 50 reoveepuhastit ning võeti neist reoveesetete proove. Pärnu, Tartu, Viljandi, Kohtla-Järve, Rakvere, Kuressaare, Keila reoveepuhastitel jälgiti igakuiselt ka vee puhastuse efektiivsust, võeti proove reo- ja heitveest, aktiivmudast ning reoveesetetest, jälgiti komposteerimise protsessi aasta lõikes.

Paragrahvides 4.1., 4.2. ja 4.3. on esitatud üldandmed reoveepuhastite kohta (kontaktid, reoveepuhastite kirjeldused ning reoveesette töötlus)

4.1. Üldandmed reostusallika kohta

Tabelis 8 on toodud töö koostajate poolt külastatud asulate ja ettevõtete üldandmed ja kontaktisikute andmed:

- Asula/ettevõtte – asula või ettevõtte (reostusallika) nimetus, mille reoveepuhastit külastati,
- Maakond – reoveepuhasti asukoht,
- Ettevõtte nimi – reoveepuhastit hooldava/juhtiva ettevõtte nimetus,
- Väljalaskme nr. – kaks esimest tähte on maakonna tähis sarnaselt ettevõtte koodiga, millele järgneb kolmekohaline väljalaskme number maakonnas,
- Ettevõtte nr. – keskkonnaameti regiooni poolt ettevõttele antud kood, mille kaks esimest numbrit näitavad maakonda,
- Kontaktisik, telefon, e-mail– isikute nimed, telefoninumbrid ning e-maili aadressid, kellega käesoleva projekti raames kohtuti ning kellelt andmed pärinevad,
- Aadress – reoveepuhastit hooldava/juhtiva ettevõtte aadress

Tabel 8. Üldandmed reostusallika kohta

Asula/ettevõtte	Maakond	Ettevõtte nimi	Väljal. nr	Ettev. nr	Kontaktisik	telefon	e-mail	address
Alavere	Harjumaa	VELKO AV OÜ	HA057	HA0066	Ando Voosel	5106826, 60855643	velko@velko.ee	Kreutzwaldi 6, Kehra, 74306
Jüri alevik	Harjumaa	Elveso AS	HA053	HA0536	Toomas Heinaru	6031480, 5268527	info@elveso.ee	Ehituse 9 Jüri Rae vald 75301 Harju maakond
Keila linn	Harjumaa	Keila Vesi AS	HA093	HA0685	Demis Jõgi	5060556	demis@keila.ee	Ehitajate tee 7 Keila 76606 Harju maakond
Kose alevik	Harjumaa	Kose Vesi OÜ	HA048	HA0235	Laura Grünverk	56651222	laura@kosevesi.ee	Kesk 7, Kose-Uuemõisa, 75102
Kuusalu	Harjumaa	OÜ Kuusalu Soojus	HA120	HA0281	Johann Nikkarinen	5115485	raul.valgiste@kuusalu.ee	Kuusalu tee 31, Kuusalu 74601
Loksa linn	Harjumaa	Loksa Linnavalitsus	HA021	HA1374	Viktor Fjodorov	5023076	biopuhastus@loksa.ee	Tallinna 45 Loksa linn 74806 Harju maakond
Paldiski linn	Harjumaa	Paldiski Linnahoiduse OÜ	HA022	HA0378	Peeter Luukas	5022601	vesi@anet.ee	Rae 15, Paldiski, Harju mk. 76806
Tallinna linn	Harjumaa	Tallinna Vesi AS	TL017	TL0387	Mati Perkev	6262200, 5076368	tvesi@tvesi.ee	Ädala 10, 10614 Tallinn
Kärdla	Hiiumaa	AS Kärdla Veevärk	HI003	HI1140	Marianne Sädeme, Toomas Kattel	5246313, 5162510	toomas.kattel@hiiumaa.ee	Nõmme 9a 92412 Kärdla
Kohtla-Järve linn	Ida-Virumaa	Järve Biopuhastus OÜ	IV001	IV0044	Andrei Shnurov	5299282	andrei.shnurov@idavesi.ee	Tartu mnt 2, 41536 Jõhvi
Narva linn	Ida-Virumaa	Narva Vesi AS	IV117	IV0677	Aleksander Dulov	56690008	info@narvavesi.ee	Kulgu 4, 20104 Narva
Toila alevik	Ida-Virumaa	Toila V.V. AS	IV045	IV0258	Margus Paalo	33 98 285	margus.paalo@toila.ee	Pikk 13a, Toila 41702, Ida- Virumaa
Voka alevik	Ida-Virumaa	Toila V.V. AS	IV043	IV0258	Margus Paalo	33 98 285	margus.paalo@toila.ee	Pikk 13a, Toila 41702, Ida- Virumaa
Jõgeva linn	Jõgevamaa	Jõgeva Vesi OÜ	JO001	JO0663	Lembit Kabral	77 62 801	lv@hot.ee	Nurme 7, Jõgeva, 48303
Mustvee	Jõgevamaa	Mustvee Linnavara OÜ	JÕ004	JÕ1389	Sergei Uleksin	7726330	mustteenus@hot.ee	Tartu mnt 28 Mustvee linn 49603
Palamuse	Jõgevamaa	AS Emajõe Veevärk	JO032	TM1300	Ülo Karro	5276772	ylo.karro@emajoevv.ee	Sõbra 56, 51013 Tartu
Põltsamaa linn	Jõgevamaa	Põltsamaa Varahalduse OÜ	JO003	JÕ1397	Eda Joosep	7768570	info@poltsamaavh.ee	Lossi tn 9, 48104 Põltsamaa

Järva-Jaani alevik	Järvamaa	Järva-Jaani Teenus OÜ	JA138	JÄ0014	Andrus Arusalu	3863345; 5108535	jj.teenus@mail.ee	Lai 19 Järva-Jaani alev Järva-Jaani vald 73301 Järva maakon
Paide linn	Järvamaa	Paide Linnavalitsus	JA073	JA0071	Anti Annus	5117312	anti.annus@paide.ee	Keskväljak 14 72711 Paide
Türi linn	Järvamaa	Türi Vesi OÜ	JA011	JA0259	Ivo Raudsepp	3847036	tyrivesi@tyri.ee	Tehnika 7, Türi 72213
Haapsalu	Läänemaa	Haapsalu Veevärk AS	LÄ002	LÄ0670	Ando Laanesoo	4 735 018	ando@hvv.ee	Haava 32, Haapsalu 90505
Lihula	Läänemaa	Lihula Vesi OÜ	LA020	LA0080	Tõnu Viherpuu	4778130	lihvesi@hot.ee	Oja tn 8, Lihula, 90303
Estonian Cell reoveepuhasti	Lääne-Virumaa	Estonian Cell AS	LV135	LV0135	Kersti Luzkov	6870000	Kersti.Luzkov@estoniancell.ee	Jaama 21, Kunda 44106
Kadrina alevik	Lääne-Virumaa	Kadrina Soojus AS	LV181	LV0018	Gunnar Kaldmaa	3250392; 5110334	ksoojus@estpak.ee	Rakvere tee 11, Kadrina, 45201
Rakvere linn	Lääne-Virumaa	Rakvere Vesi AS	LV281	LV0028	Aivar Lõhe, Aivar Luts	5028131, 53923301	aivar@rakvesi.ee	Tallinna 5a 44306 Rakvere
Tapa linn	Lääne-Virumaa	Tapa Vesi AS	LV291	LV0029	Aro Meidek	56625589	tapavesi@tapavesi.ee	Rakvere tee 1 Tapa linn Tapa vald 45106 Lääne-Viru maakond
Väike-Maarja	Lääne-Virumaa	Pandivere Vesi OÜ	LV731	LV0073	Gennadi Filippov	32 61 536	pandiverevesi@hot.ee	Ehitajate tee 4, Väike-Maarja 46202
Põlva linn	Põlvamaa	Põlva Vesi AS	PO118	PO0121	Olev Remik	7996813, 5032509	info@polvavesi.ee	Toominga 2A, Põlva 63305
Häädemeeste alevik	Pärnumaa	Häädemeeste VK AS	PM670	PM2031	Tarmo Kuusik	56633653	ain@haademeeste.ee, hdmvk@neti.ee	Pärnu mnt 40 Häädemeeste 86001 Pärnu maakond
Pärnu linn	Pärnumaa	Pärnu Vesi AS	PL002	PL0672	Roman Vaba	5146871	hvpj@pvesi.ee	Vingi 13 80013 Pärnu
Tõstamaa	Pärnumaa	SuFe OÜ	PM236	PM2101	Enn Martson	5257934	sufe@tostamaa.ee	Nooruse 1-1, Tõstamaa, 88101
Järvakandi alevik	Raplamaa	Järvakandi Kommunaal OÜ	RA004	RA0056	Riigo Radik	4877274, 5293354	kommunaal@hot.ee	Energia 1 Järvakandi alev 79101 Rapla maakond
Kehtna alevik	Raplamaa	Kehtna Elamu OÜ	RA015	RA0026	Jüri Pant	4875231, 5171852	kehtnamaja@hot.ee	Kooli 13-1, Kehtna, Raplamaa, 79001
Märjamaa	Raplamaa	Matsalu Veevärk AS	RA002	RA0268	Vello Luide	56939363	info@matsaluvv.ee	Pärnu mnt 13, Märjamaa, 78301 Raplamaa
Rapla linn	Raplamaa	Rapla Vesi AS	RA001	RA0658	Mart Kesküll	4894374, 5277318	mart@rv.ee;rapla.vesi@rv.ee	Välja 9, Rapla 79511
Salutaguse pärmitehas	Raplamaa	Salutaguse Pärmitehas AS	RA094	RA0127	Sergei Suuk	5231097	andresmets002@hot.ee	Salutaguse Kohila vald 79702 Rapla maakond

Kuressaare linn	Saaremaa	Kuressaare Veevärk AS	SA013	SA0201	Robert Mälk	5298139	saarevesi@saarevesi.ee	Pikk 23 Kuressaare 93812
Läätsa	Saaremaa	Salme SVK OÜ	SA057	SA1401	Jaan Majorov	4520355, 5141127	asta@salmevald.ee	Salme vald Sõrve mnt.13,93201
Orissaare	Saaremaa	Orissaare Soojus OÜ	SA049	SA1101	Endel Aeg	45 45 675; 50 77 280	endel.aeg@saarevesi.ee	Ranna pst. 5 Orissaare 94601
Elva linn	Tartumaa	Aqua and Waste Services OÜ	TM050	TM0001	Lia Krimses	5293783	aws@hot.ee	Valga mnt.7, Elva, 61504
Laeva meierei biopuhasti	Tartumaa	Valio Eesti AS	TM300	TM0607	Ago Vooremäe	07 301 666, 5031458	valio@valio.ee	13417 Tallinn, Sõpruse pst 145
Nõo	Tartumaa	Nõo Veevärk OÜ	TM500	TM1000	Enn Juppets	7455371; 5225928	noo.veevark@gmail.com	Voika 23, 61601 Nõo alevik, Tartumaa
Rannu	Tartumaa	AS Emajõe Veevärk	TM650	TM1300	Ülo Karro	5276772	ylo.karro@emajoevv.ee	Sõbra 56, 51013 Tartu
Tartu linn	Tartumaa	Tartu Veevärk AS	TA001	TA0006	Hillar Toomiste	5115118	hillar.toomiste@tartuvesi. ee	Tähe 118, Tartu, 51013
Otepää linn	Valgamaa	Otepää Veevärk AS	VA104	VA0655	Enn Sepma	7664890	otepvesi@neti.ee	Kastolatsi tee Otepää linn Otepää vald 67404 Valga maakond
Valga linn	Valgamaa	Valga Vesi AS	VA002	VA0654	Arvo Davel	766 1159, 523 7717	valgavesi@valgavesi.ee, arvo.davel@mail.ee	Metsa 30, 68206 Valga
Viljandi linn	Viljandimaa	Viljandi Veevärk AS	VI004	VI0650	Raivo Udris	5086229	raivo@viljandivesi.ee	Carl Robert Jakobsoni 3 71013 Viljandi
Võhma	Viljandimaa	Võhma Elko AS	VI053	VI0057	Rein Vares	4377329	elkovohma@hotmail.ee	Kauba 3 Võhma 70602 Viljandi maakond
Võru Juust	Võrumaa	Võru Juust AS	VO009	VO0205	Vahur Sikaste	5288285	vahur.sikaste@valio.ee	Pikk 23, 65604, Võru
Võru linn	Võrumaa	Võru Vesi AS	VO020	VO0654	Marko Tolga	7828330, 5200708	marko.tolga@voruvesi.ee	Ringtee 10, Võru 65620

4.2. Andmed reoveepuhasti kohta

Käesoleva projekti käigus külastati 50 reoveepuhastit (reoveepuhastite kirjeldused on toodud tabelis 9) ning võeti neist reoveesetete proove. Pärnu, Tartu, Viljandi, Kohtla-Järve, Rakvere, Kuressaare, Keila reoveepuhastitel jälgiti igakuiselt ka vee puhastuse efektiivsust, võeti proove reo- ja heitveest, aktiivmudast ning reoveesetetest, jälgiti komposteerimise protsessi aasta lõikes. Projekti käigus külastatud reoveepuhastite koondandmed on tabelis 9 esitatud tähestiku järjekorras puhastusseadme nime järgi.

Tabelis 9 on andmed asulate ning ettevõtete reoveepuhastite tüübi, kasutatava puhastusmeetodi, olulise tööstusreovee ning keemilise fosforiärastuse kohta.

Reoveepuhasti tüübi all mõistetakse Eestis üldtunnustatud reoveepuhastite tüübinimetusi.

Puhastusmeetodid:

- Mehh. – mehhaaniline reovee puhastamine
- Biol. – bioloogiline reovee puhastamine
- Biol. N ja biol. P – bioloogiline lämmastiku ja fosfori ärastus
- Keem. P – keemiline fosfori ärastus:
 - Tavaliselt ei – võimalus, aga ei kasutata,
 - Vajadusel - on kunagi varem kasutatud, proovivõtu ajal ei kasutatud, ei ole välistatud kasutamine tulevikus,
 - Jah – kasutatakse pidevalt

Reoveepuhastite täpsemad andmed on esitatud maakondade kaupa tähestiku järjekorras koos visuaalse hinnanguga reoveepuhasti tööle ning reoveesetete käitluse kirjeldusega.

Puhastusseadmete puhul hinnati visuaalselt aktiivmuda olemasolu või puudumist aerotankis, samuti selle värvi. Pruun muda annab tunnistust pisavast hapnikusisaldusest, must ebapiisavast, olgu selle põhjuseks ebapiisav õhutus või ülekoormus. Hinnati järelsetitite pinna puhtust. Puhas pind iseloomustab tavaliselt korralikku mudatagastust, paksu mudakihiga kaetud pind mudatagastuse puudumist, aktiivmuda pundumist või filamentsete organismide vohamist. Selliseid seoseid ei saa aga alati ka üks-ühele võtta, sest korralikud järelsetitid ei põhjusta pundunud aktiivmuda väljakandumist puhastist ning oma roll on ka operaatoritel, kes võivad järelsetiteid puhastada. Kirjeldati reoveesette käitlust.

Pärnu, Tartu, Viljandi, Kohtla-Järve, Rakvere, Kuressaare, Keila analüüside tulemused on toodud eraldi alapeatükkides 4.3. ja 4.4. koos veepuhastusefektiivsuste ning reoveesette tekkimise ning komposteerimise kvaliteedi analüüsiga.

Seadmete ning protsesside iseloomustamisel on kasutatud vastutavate isikute ja hooldajate käest saadud suulist ning kirjalikku informatsiooni.

Tabel 9 Andmed reoveepuhasti kohta

Puhastusseadme nimi	Valjal. nr	Ettevõtte nimi	Ettev. nr	Oluline tööstusreoves	Puhasti tüüp	Puhastusmeetod	Keem.P kasutamine
Alavere	HA057	VELKO AV OÜ	HA0066		Biofix K 70	Mehh.+ biol.+ keem.P	jah
Elva reoveepuhastipuhasti	TM050	Aqua and Waste Services OÜ	TM0001		Aerotank	Mehh.+ biol.+ biol. N ja P + keem.P	tavaliselt ei
Estonian Cell reoveepuhas	LV135	Estonian Cell AS	LV0135	paberi	Aerotank	Mehh.+ flotatsioon + biol.	
Haapsalu	LÄ002	Haapsalu Veevärk AS	LÄ0670		Aerotank+2BT	Mehh.+ biol.+ biol. N ja P + keem.P	vajadusel
Häädem. aleviku biorootor	PM670	Häädemeeste VK AS	PM2031		Biorootor+lodu	Mehh.+ eelsetiti + biol.	
Jõgeva	JO001	Jõgeva Vesi OÜ	JO0663		Annuspuhasti	Mehh.+ biol.+ biol. N ja P	
Järva-Jaani puhasti	JA138	Järva-Jaani Teenus OÜ	JÄ0014	piima	Aerotank+BT	Mehh.+ flotatsioon + biol.+ biol. P + keem.P	vajadusel
Järvakandi	RA004	Järvakandi Kommunaal OÜ	RA0056	klaasi	Aerotank+3BT	Mehh.+ biol.+ biol. N	
Jüri reoveepuhasti	HA053	Elveso AS	HA0536		Aerotank+3BT	Mehh.+ biol.+ keem.P	jah
Kadrina	LV181	Kadrina Soojus AS	LV0018		Aerotank	Mehh.+ eelsetiti + biol.+ biol. N ja P + keem.P	tavaliselt ei
Kehtna	RA015	Kehtna Elamu OÜ	RA0026		Ringkanal+BT	Mehh.+ biol.+ keem.P	tavaliselt ei
Keila RVP	HA093	Keila Vesi AS	HA0685	tekstiili, naha	Rõngaspuh.+ BT	Mehh.+ biol.+ biol. N ja P + keem.P	jah
Kohtla-Järve regionaalne	IV001	Järve Biopuhastus OÜ	IV0044	keemia	Aerotank	Mehh.+ biol.+ biol. N ja P + keem.P	tavaliselt ei
Kose puhasti	HA048	Kose Vesi OÜ	HA0235		Rõngaspuh.+ BT	Mehh.+ eelsetiti + biol. + keem.P	jah
Kuressaare Reoveepuhasti	SA013	Kuressaare Veevärk AS	SA0201		Aerotank	Mehh.+ eelsetiti + biol.+ biol. N ja P	
Kuusalu	HA120	OÜ Kuusalu Soojus	HA0281		Aerotank+3BT	Mehh.+ biol.+ keem.P	jah
Kärdla	HI003	AS Kärdla Veevärk	HI1140	pagaritööstus	Aerotank	Mehh.+ eelsetiti + biol.+ biol. N ja P + keem.P	vajadusel
Laeva meierei biopuhasti	TM300	Valio Eesti AS	TM0607	piima	Aerotank+BT	Mehh.+ flotatsioon + biol.+ biol. N ja P	
Lihula reoveepuhasti	LA020	Lihula Vesi OÜ	LA0080		Ketasbiofilter+4BT	Mehh.+ eelsetiti + biol. + keem.P	jah
Loksa reoveepuhasti	HA021	Loksa Linnavalitsus	HA1374	metalli	Aerotank	Mehh.+ eelsetiti + biol.	
Läätša puhasti	SA057	Salme SVK OÜ	SA1401	kala	Aerotank+4BT	Mehh.+ biol.+ biol. N + keem.P	jah
Mustvee reoveepuhasti	JO004	Mustvee Linnavara OÜ	JÕ1389		Aerotank	Mehh.+ biol.+ biol. N ja P + keem.P	vajadusel
Mõrra puhastusjaam	PL002	Pärnu Vesi AS	PL0672		Aerotank	Mehh.+ eelsetiti + biol.+ biol. N ja P + keem.P	jah

Märjamaa	RA002	Matsalu Veevärk AS	RA0268		Aerotank	Mehh.+ biol.+ keem.P	vajadusel
Narva, olmereovee puhasti	IV117	Narva Vesi AS	IV0677		Aerotank	Mehh.+ biol.+ biol. N ja P + keem.P	vajadusel
Narva, tehnol. reovee puhasti	IV117	Narva Vesi AS	IV0677	tekstiili, naha	Aerotank	Biol.+ biol. N + keem.P	jah
Nõo reoveepuhasti	TM500	Nõo Veevärk OÜ	TM1000	vaibapesu, liha	Aerotank+BT	Mehh.+ biol.+ biol. P + keem.P	jah
Orissaare reoveepuhasti	SA049	Orissaare Soojus OÜ	SA1101		Aerotank+3BT	Mehh.+ biol.+ biol. N ja P	
Otepää linna p/s	VA104	Otepää Veevärk AS	VA0655	vineeri	Aerotank+3BT	Mehh.+ biol.+ biol. N??? + keem.P	jah
Paide reoveepuhasti	JA073	Paide Reoveepuhasti OÜ	JA0071	piima	Aerotank	Mehh.+ eelsetiti + biol.+ biol. N ja P + keem.P	tavaliselt ei
Palamuse	JO032	Emajõe Veevärk Opereerimine AS	TM1300		Aerotank+BT	Mehh.+ eelsetiti + biol. + keem.P	vajadusel
Paldiski reoveepuhasti	HA022	Paldiski Linnahoolduse OÜ	HA0378	biodiisli	Aerotank	Mehh.+ biol.+ biol. P	
Põltsamaa linna reoveepuh	JO003	Põltsamaa Varahalduse OÜ	JÕ1397	piima, Felix	Aerotank	Mehh.+ biol.+ biol. N ja P	
Põlva linna RVP	PO118	Põlva Vesi AS	PO0121	piima, liha	Aerotank	Mehh.+ biol.+ biol. N ja P + keem.P	vajadusel
Rakvere linna reoveepuhasti	LV281	Rakvere Vesi AS	LV0028	liha	Aerotank	Mehh.+ eelsetiti + biol.+ biol. N ja P	
Rannu	TM650	Emajõe Veevärk Opereerimine AS	TM1300		Aerotank+3BT	Mehh.+ biol.+ keem.P	jah
Rapla	RA001	Rapla Vesi AS	RA0658		Aerotank	Mehh.+ biol.+ keem.P	jah
Salutaguse pärmitehas	RA094	Salutaguse Pärmitehas AS	RA0127	pärmitehas	Anaeroobne + aerotank + 2BT	Biol	
Tallinna reoveepuhastusjaam	TL017	Tallinna Vesi AS	TL0387		Aerotank	Mehh.+ eelsetiti + biol.+ biol. N + keem.P	jah
Tapa linna reoveepuhasti	LV291	Tapa Vesi AS	LV0029		Aerotank	Mehh.+ biol.+ biol. N ja P	
Tartu RVP	TA001	Tartu Veevärk AS	TA0006		Aerotank	Mehh.+ eelsetiti + biol.+ biol. N ja P + keem.P	tavaliselt ei
Toila aleviku puhasti	IV045	Toila V.V. AS	IV0258		3xPRP-300+3BT	Mehh.+ biol.+ keem.P	jah
Tõstamaa reoveepuhasti	PM236	SuFe OÜ	PM2101		Aerotank+3BT	Mehh.+ biol.+ biol. N + keem.P	jah
Türi linna biopuhasti	JA011	Türi Vesi OÜ	JA0259		Aerotank	Mehh.+ biol.+ biol. N ja P + keem.P	tavaliselt ei
Valga linna reoveepuhasti	VA002	Valga Vesi AS	VA0654		Aerotank	Mehh.+ flotatsioon + biol.+ biol. P + keem.P	vajadusel
Viljandi reoveepuhasti	VI004	Viljandi Veevärk AS	VI0650		Aerotank	Mehh.+ biol.+ biol. N ja P + keem.P	tavaliselt ei
Voka reoveepuhasti	IV043	Toila V.V. AS	IV0258		2xPRP-300	Mehh.+ biol.+ keem.P	jah

Võhma reoveepuhasti	VI053	Võhma Elko AS	VI0057	Largo mahl	Aerotank	Mehh.+ biol.+ keem.P	jah
Võru Juustu puhasti	VO009	Võru Juust AS	VO0205	piima	Aerotank+BT	Mehh.+ flotatsioon + biol.+ biol. N ja P	
Võru linna puhasti	VO020	Võru Vesi AS	VO0654		Aerotank	Mehh.+ eelsetiti + biol.+ keem.P	jah
Väike-Maarja reoveepuhast	LV731	Pandivere Vesi OÜ	LV0073	loomsete jäätmete	2xPRP-1000+pajulodu	Mehh.+ eelsetiti + biol.+ biol. N ja P + keem.P	vajadusel

4.2.1. Harjumaa

Alavere asula

Reovesi puhastatakse VELKO AV OÜ-le kuuluvas seadmes ja juhitakse Jõelähtme jõkke. Väljalasu kood on HA057, ettevõtte kood HA0066.

Alavere puhastusseade on päris uus, ehitus lõppes alles 2009. aastal. Seade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett sõela abil. Eralduv praht pressitakse ja veetakse prügilasse. Liivapüünis puudub. Reoveega kaasa kanduv liiv settib põhiliselt asulas paiknevasse reoveepumplasse, mille põhja puhastatakse perioodiliselt. Väljavõetav liivasete veetakse Kehrasse komposti. Vee edasine puhastus toimub Biofix K 70 tüüpi sukeldatud filterelementidega biofiltris. Selle esimeseks astmeks on septik, milles toimub hõljuva reoaine väljasettimine, tihenemine ja anaeroobne lagunemine. Järgneb sõel, pumpla ja biofiltri aereeritav osa. Viimases toimub reovee bioloogiline puhastus. Filterelementidelt irduv biokile setitatakse välja järelsetitis. Sinna doseeritakse fosfori väljasadestamiseks raudsulfaadi lahust. Biokile osadest ja raudfosfaadist moodustuv muda suunatakse septikusse spetsiaalselt selleks eraldatud ossa. Sinna kogutava mudakihi paksust kontrollitakse. Kui muda hulk on piisav, siis veetakse see kompostimiseks paakautodega Kehrasse. Vesi suunatakse järelsetitist biotiikidesse ja sealt edasi jõkke. Tekkiva muda kogus hinnanguliselt 32 m³/aastas.

Seadet külastati 22. veebruaril 2010. aastal. Mudast proovi võtta ei saanud, sest sette kiht oli septikus veel liiga õhuke ja asus sügaval vee all.

Jüri alevik

Reovesi puhastatakse Elveso AS poolt opereeritavas seadmes ja juhitakse seejärel Pirita jõkke (peale Vaskjala veehoidlat). Väljalasu kood on HA053, ettevõtte kood HA0536.

Puhastusseade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võrede abil. Võrepraht veetakse prügilasse. Bioloogiline puhastus koosneb anaeroobsest, anoksilisest ja aeroobsest osast. Neist esimene on vajalik fosfori bioloogiliseks eraldamiseks, teises toimub lämmastiku eraldamine veest denitrifikatsiooni abil ja kolmandas nitrifikatsioon ning lõplik bioloogiline puhastus. Vajadusel saab aerotankisse lisada fosfori täiendavaks eraldamiseks raua sooli, mida viimasel ajal tehaks pidevalt. Veest eraldatavale jääkmudale lisatakse polümeerset flokulanti, pressitakse ja veetakse siis puhasti kõrval olevatesse mudatiikidesse. Tekkiva reoveesette kogus teadmata. Komposteerimist ei toimu.

Reoveesette proov võeti 14. oktoobril 2009. aastal. Proovivõtule eelnenud aeg oli üldiselt vihmane. 14. oktoobril oli pilves, sadas vähest vihma. Öösel oli õhu temperatuur +2, päeval +2 kraadi. Aktiivmuda oli aerotankides pruuni värvusega, järelsetitite pinnad olid puhtad.

Keila linn

Reovesi puhastatakse Keila Vesi AS-le kuulavas puhastusseadmes ja juhitakse seejärel Keila jõkke. Väljalasutuskood on HA093, ettevõtte kood HA0685.

Puhastusseade koosneb mehhaanilise ja bioloogilise puhastuse osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võrede ja aereeritava rasva-liivapüünise abil. Edasi juhitakse vesi segamiskambrisse, kus toimub segunemine järelsetitist tagastatava aktiivmudaga. Esimeseks bioloogilise puhastuse astmeks on anaeroobne kamber. See on vajalik reovees leiduva fosfori bioloogiliseks eraldamiseks. Järgmiseks astmeks on anoksiline kamber, kuhu juhitakse lisaks puhastatavale veele aerotanki lõpust nitraadirikast vee ja aktiivmuda segu. Õhupuudusel taanduvad nitraadid gaasiliseks lämmastikuks ja eralduvad reoveest vähendades sellega vee lämmastikusisaldust. Edasi tuleb aerotank, kus toimub lõplik bioloogiline puhastus.

Anoksilises kambris hoitakse lahustunud hapniku kontsentratsioon automaatika abil 0,45 mg/l lähedal. Õhutuskambris on reguleeritavaks hapniku kontsentratsiooniks seatud 2,1 mg/l. Aeglase hapnikutarbimise tingimustes (näiteks talveti) võib lahustunud hapniku kontsentratsioon siiski etteantust märksa kõrgemale tõusta.

Fosfori täiendavaks ärastamiseks on võimalik vette lisada raua sooli. Aastaid ei ole seda tehtud, sest karusnahkadega tegelev Eurotan vedas puhastisse reovett. See sisaldas nahkade parkimisel kasutatud rauaühendite jääke piisavas koguses. Samas leidis selles ka kroomi ühendeid. 2009. aasta kevadel vähenes majanduskriisi tingimustes nõudlus Eurotani toodangu järele ja nahkade parkimine lõpetati mõneks ajaks. Sel ajal lisas Keila Vesi ise puhastisse rauaühendeid. Eurotani töö taastumise järel loobuti sellest.

Aktiivmuda eraldatakse veest järelsetitis. Osa sellest tagastatakse segunemiskambrisse, liigmuda suunatakse mudatihendajasse, lisatakse flokulanti ja tsentrifuugitakse. Järelsetitist väljuv vesi juhitakse biotiikidesse ja sealt edasi jõkke. Tsentrifuugitud reoveesetted ladustatakse oma territooriumile, komposteerimist ei toimu. AS Keila Vesi esindaja hr. Harri Keba sõnul kaalutakse komposteerimisväljakute ehitamist lähitulevikus, kuid eelistatud versioonina antakse Keila setted edasi käitlusfirmadele.

Keila puhastusseadme jõudluseks on 5100 m³/d ja 913 kg BHT₇/d. Veeloaga on kehtestatud nõuded biotiikidest jõkke juhitavale veele. Käesoleva töö raamides on proove võetud puhastusseadme sissevoolus ja puhasti ning biotiigi vahelt. Biotiigist väljuvat vett ei ole analüüsitud. Seetõttu ei ole siinkohal mõtet veeloa nõudeid ära tuua.

Keila reoveepuhastil mõõdetakse induktsioonmõõtja abil pidevalt vooluhulka. Puhasti väljavoolu on paigutatud statsionaarne proovivõtja, millega saab võtta aegproportsionaalseid proove. Nimetatud seadmed on usaldusväärsed. Sellest lähtuvalt kasutas neid käesoleva töö tegemisel ka EKUK Tallinna labor. Kõik järgnevalt esitatud vooluhulga väärtused on saadud Keila Vesi AS

mõõteriista abil ja puhastist väljuva vee proovid on võetud Keila Veele kuuluva statsionaarse proovivõtjaga. Puhastusseadmesse siseneva reovee proovide võtmiseks kasutati EKUK Tallinna laborile kuuluvat kaasaskantavat aegproportsionaalset proovivõtjat, mis töötab intervalliga 15 minutit.

Kose asula

Reovesi puhastatakse Kose Vesi OÜ-le kuuluvas puhastusseadmes ja juhitakse seejärel Pirita jõkke. Väljalasu kood on HA048, ettevõtte kood HA0253. Puhastusseade on väga vana, ehitatud kusagil eelmise sajandi seitsmekümnendatel aastatel. 1999. aastal seadet renoveeriti. Käesoleval ajal on käimas täiesti uue puhastusseadme projekteerimine.

Puhastusseadmesse juhitakse peamiselt olmereovett. Tööstusettevõtetest asub Kose asulas AS Tere piimatööstuse tsehh, kuid selles tekkiva reovee vooluhulk on üsna väike. Puhastusseade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võre abil, samasse võre renni setib liiva. Võrepraht ja liiv veetakse prügilasse. Bioloogiline puhastus toimub Celpox-aeraatoritega varustatud MRP-300 tüüpi seadmetes. Madala koormuse tingimustes (suvine koolivaheaeg) kasutatakse ühte sellist seadet, kõrgema koormuse ajal lülitatakse töösse mõlemad. Fosfori ärastamiseks doseeritakse vette raudsulfaadi lahust. Järelsetidid paiknevad puhastite keskel. Neis toimub aktiivmuda eraldamine puhastatud veest. Tagastusmuda suunatakse biopuhastuse algusesse, jääkmuda pumbatakse tiikidetaoliste väljakutele. Setititest väljuv vesi läbib järelpuhastuseks ette nähtud biotiigi ja juhitakse seejärel jõkke. Mudatiike puhastati viimati 2009.a. suvel. Tekkiva reoveesette kogused hinnanguliselt 1200 m³/aastas (2-5% KA) Komposteerimist ei toimu. Tiikidest välja tõstetud setet kasutati haljastuses oma territooriumil.

Reoveesette proov võeti 14. oktoobril 2009. aastal. Proovivõtule eelnenud aeg oli üldiselt vihmane. 14. oktoobril oli pilves, sadas vähest vihma. Öösel oli õhu temperatuur +2, päeval +2 kraadi. Aktiivmuda oli puhastis pruuni värvusega, aerotankite pinda kattis Celpox-aeraatoritele iseloomulik mudane vahu kiht. Järelsetiti pind oli enam-vähem puhas. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade üsna hästi.

Kuusalu asula

Reovesi puhastatakse Kuusalu Soojust OÜ-le kuuluvas regionaalses seadmes ja juhitakse Kurbli oja. Väljalasu kood on HA120, ettevõtte kood HA0281.

Puhastusseadme projekteeris PIC Eesti AS 2001. aastal, ehitjaks oli Veemilm INC OÜ. Käiku anti seade 2004. aastal. Puhastisse juhitakse reovett Kuusalu ja Kiiu asulatest ning Kuusalu lähedal paiknevast AS Balti Spoon tehasest. Viimane tegeleb vineeri tootmise ja puidu

töötlemisega. Õhukeste spoonlaastude murdumise vältimiseks leotatakse puutüvesid enne laastude lõikamist tiikides. Mitmed puuliigid (tamm, pöök jmt) eritavad leotamise ajal vette parkaineid. Parkaineterikas leotusvesi moodustabki peamise osa AS Balti Spooni reoveest. Kuusalu ja Kiiu asulates töötab mitmeid sööklaid. Need on varustatud kohtpuhastitega rasva eraldamiseks reoveest. OÜ Kuusalu Soojus esindaja sõnul satub mõnikord siiski puhastusseadmesse suures koguses rasva, mis häirib seadme tööd.

Kuusalu puhastusseade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võre abil. Võre lähikonnas settib kanalisse liiva, mida seadmete hooldajad sealt perioodiliselt eemaldavad. Võrepraht ja liiv veetakse prügimäele. Bioloogiline puhastus koosneb kahest liinist, millest kummaski on anoksiline ja aeroobne osa. Anoksilistes kambrites toimub lämmastiku eraldamine veest denitrifikatsiooni abil, õhustuskambrites nitrifikatsioon ning lõplik bioloogiline puhastus. Õhustust kontrollitakse hapnikumõõduri abil ja reguleeritakse sagedusmuunduriga varustatud aeraatoritega. Fosfori väljasadestamiseks doseeritakse reovette raudsulfaadi lahust. Aktiivmuda eraldatakse veest järelsetitis. Vee edasine puhastus toimub kolmes biotiigis, misjärel heitvesi ojja juhitakse. Väljasettinud mudast tagastatakse üks osa biopuhastuse algusesse. Teisele osale (liigmuda) lisatakse koagulant ja pressitakse. Pressitud muda ladustatakse puhasti territooriumil asuvale platsile. Kui see täis saab, siis veetakse muda sealt välja kaugemal asuvale suurele platsile. Reoveesetet tekib hinnanguliselt 150 m³/aastas. Komposteerimist ei toimu.

Muda proov võeti pressi alt 4. veebruaril 2010. aastal. Proovivõtule eelnes pehmete talveilmadega periood. Proovivõtu päeval oli taevas peamiselt pilves, sademeid ei esinenud. Maapinda kattis paks ja kohev lumekiht. Õhu temperatuur oli öösel -5, päeval -3 kraadi. Aktiivmuda oli puhastis musta värvusega, kuigi lahustunud hapnikku oli piisavalt - ühes õhustuskambris 2,3 mg/l, teises 3,3 mg/l. Kuusalu Soojuse esindaja sõnul põhjustavad musta värvust Balti Spooni reovees sisalduvad parkained. Järelsetiti oli pinnalt kinni külmanud. Värvitud muda ja jääga kaetud järelsetiti ei võimaldanud seadme töörežiimi visuaalselt hinnata.

Loksa linn

Reovesi puhastatakse Loksa linnavalitsusele kuuluvas seadmes ja juhitakse seejärel Hara lahte. Väljalasu kood on HA021, ettevõtte kood HA1374.

Puhastusseade on üks vanemaid linnade reoveepuhasteid Eestis. Selle projekteeris 1981. aastal Lenmorniiprojekt, ehitajaks oli Trestpromstroi. Käiku anti seade 1986. aastal, rekonstrueeriti 2005. aastal. Käesolevaks ajaks on puhasti nii moraalselt kui ka füüsiliselt vananenud.

Puhastusseade koosneb kahest paralleelsest mehhaanilise ja bioloogilise puhastuse liinist. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võre ja liivapüünise abil. Seejärel juhitakse reovesi

mineralisaatorisse, kus seda aereeritakse. Mineralisaatori järel asuvad eelsetitid. Bioloogiline puhastus toimub aeratsioonikambrites. Järelsetitites eraldatakse puhastatud veest aktiivmuda, misjärel heitvesi merre suunatakse. Mineralisaatoritest ja eelsetititest juhitakse sete mudatiikidesse, samasse läheb ka liigmuda. Tiikide põhjas oleva dreanaaži kaudu peaks liigne vesi kanduma drenivee pumplasse, kust seda perioodiliselt puhastusseadme alguseossa pumbatakse. Mida tiikidesse kogutava mudaga peale hakata, seda seadme valdajad ei tea. Samuti ei ole nad veel välja uurinud, mida võttis kogutava mudaga ette puhastusseadme eelmine omanik Loksa Laevaremonditehas.

Seadet külastati 2. juuni 2009.a. Öhu temperatuur ulatus +20 kraadini. Vastu hommikut tõmbus taevas pilve ja pärastrõunal sadas vahetevahel lühiajaliselt vähest vihma. Aktiivmuda oli aerotankides pruuni värvusega, järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi. Tiikidesse kogutud sette pinnal oli vee kiht ning taimestik. Tundus, et settetiikide dreanaaži seisund ei olnud hea. Esinduslikku proovi võtta polnud võimalik. Tekkiva sette kogused teadmata.

Paldiski linn

Reovesi puhastatakse Paldiski Linnahoolduse OÜ-le kuuluvas seadmes ja juhitakse seejärel Paldiski lahte. Väljalasude kood on HA022, ettevõtte kood HA0378.

Puhastusseade on uus ja ehitatud Euroliidu toetusel. Seadme projekteerisid 2005. aastal Malmberg Water AB ja SWECO, ehitajaks oli Malmberg Water AB. Käiku anti seade 2007. aastal. Puhastusseade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võre ja liivapüünise abil. Bioloogiline puhastus koosneb anaeroobsest ja aeroobsest osast. Neist esimene on vajalik fosfori bioloogiliseks eraldamiseks, teises toimub lõplik bioloogiline puhastus. Automaatika abil hoitakse hapnikusisaldus aerotankis 5-6 mg/l ümber. Lämmastiku bioloogilist eraldamist denitrifikatsiooni abil ei ole ette nähtud. Puhastusseadme eraldatavale jääkmudale lisatakse polümeerset flokulanti, tsentrifuugitakse ja transporditakse komposteerimisväljakule. Proovivõtu ajal ning sellele eelnenud perioodil komposteerimist ei toimunud, kuid plaanivad hakata komposteerima koos muru, lehtede ning põhuga. Reoveesetteid tekkis 2009.a. 13 839 tonni (KA 18%).

Peamiseks puhastusseadme tööd häirivaks faktoriks on biodiisli tehas, millel puudub heitvee eelpuhastamiseks vajalik kohtpuhasti. Seetõttu sisaldab tehasest ühiskanaliseerimise juhitav reovesi õliseid tootmisjääke, mis puhastisse jõudes blokeerivad aktiivmuda elustiku tegevust.

Jääkmuda proov võeti komposteerimisväljakutel 7. aprillil 2009. aastal. Proovivõtule eelnenud perioodil oli küll üsna üsna pikka aega kuiva ilma pidanud, kuid suurvee tõttu oli pinnasevee tase

kõrge. Proovivõtu ajal oli vahelduva pilvitusega sademeteta ilm. Õhu temperatuur ulatus +5 kraadini. Biodiisli tehas oli juba hulk aega seisnud. Seetõttu töötas puhastusseade hästi.

Tallinn

Tallinna ja selle lähiümbruse reovesi ning mõnest linnajaost ka sademevesi suunatakse AS Tallinna Vesi Paljassaares asuvasse puhastusseadmetesse. Pärast mehhaanilist ja bioloogilist puhastamist juhitakse heitvesi süvaveelise väljalasu kaudu Tallinna lahte. Väljalasu kood on TL017, ettevõtte kood TL0687.

Mehhaanilise puhastuse osa koosneb võredest, liivapüünistest ja eelsetititest. Järgnev bioloogiline osa on jagatud kaheks. Alguses läbib vesi anoksilise, seejärel aeroobse kambri. Neist esimene on ette nähtud lämmastiku eraldamiseks veest denitrifikatsiooni tulemusena. Selleks juhitakse sinna lisaks eelsetititest tulevale reostunud veele aerotankide lõpust nitraadirikast vee ja aktiivmuda segu. Õhupuudusel taanduvad nitraadid gaasiliseks lämmastikuks ja eralduvad reoveest vähendades sellega vee lämmastikusisaldust. Denitrifikatsiooni efektiivsuse suurendamiseks doseeritakse anoksükambrisse metanooli. Fosfori eraldamiseks lisatakse vette raua sooladel baseeruvat koagulanti. Aktiivmuda eraldatakse veest järelsetitites, misjärel juhitakse puhas vesi heitveepumpla kaudu merre. Osa aktiivmudast tagastatakse biopuhastuse alusetappi, liigmuda suunatakse kas settetihendaja või eelsetiti kaudu segatud sette lattu. Sealt liigub muda metaantankidesse, kus toodetakse kergesti lagunevatest sette komponentidest biogaasi. Metaankäärimise tulemusena sete stabiliseerub ja kaotab reoveesetele omase haisu. Kääritatud sete tihendatakse polümeerse flokulandiga ja suunatakse läbi lao, kus setet õhustatakse, kompostimisväljakutele. 2009.a. tekkis reoveesetteid 35 691 tonni (KA sisaldus 27%).

Tallinna Vesi AS jälgib regulaarselt siseneva reovee koormuse vastavust jõudlusele ja väljavoolava heitvee vastavust veeloa nõuetele. Samuti tehakse korrapäraselt reoveesetest valmistatava komposti analüüse.

Sette proovid võeti Paljassaare reoveepuhasti komposteerimisväljakutel 7. aprillil 2009. aastal. Proovivõtule eelnenud perioodil oli küll üsna üsna pikka aega kuiva ilma pidanud, kuid suurvee tõttu oli pinnasevee tase kõrge. Proovivõtu ajal oli vahelduva pilvitusega sademeteta ilm. Õhu temperatuur ulatus +5 kraadini. Aktiivmuda oli aerotankides ilusa pruuni värvusega, järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi.

4.2.2. Hiiumaa

Kärdla linn

Reovesi puhastatakse Kärdla Vesi AS-le kuuluvas seadmes ja juhitakse Läänemerre. Puhastusseadme projekteeris PIC Eesti AS 1995 aastal ja ehitas AS YIT. Käiku anti see 1996. aastal. Väljalasu kood on HI003, ettevõtte kood HI1329.

Puhastusseadmesse juhitakse olmereovett Kärdla linnast ja paarist lähedal asuvast külast. Tehnoloogiline reovesi pea-aegu puudub, vaid pagaritööstusest tuleb seda vähesel määral linna ühiskanalisatsiooni. Puhastusseade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võre ja liivapüünise abil. Võrepraht veetakse prügimäele, liiv mudaväljakutele. Edasi juhitakse vesi biopuhastusse. Biopuhasti koosneb anoksilisest ja aeratsioonikambrist. Neist esimene on ette nähtud lämmastiku eraldamiseks veest denitrifikatsiooni abil, teine orgaanilise reoaine lagundamiseks ja nitrifikatsiooni läbiviimiseks. AS Kärdla Veevärgi esindaja sõnul kasutatakse anoksilist kambrist siiski fosfori bioloogilise ärastamise jaoks. Selleks pumbatakse sinna järelsetitist tagastumuda, aga aerotanki lõpust aktiivmuda ja vee segu tagastamisest on loobutud. Keskkonnatingimused hoitakse anoksilises kambris palju anaeroobsemad kui denitrifikatsiooni jaoks vaja oleks. Need on sobivad just fosfori sidumiseks aktiivmuda poolt. Täiendavalt ärastatakse fosforit keemiliselt doseerides aeratsioonikambrisse raua sooli. Lahustunud hapniku sisaldust õhustuskambris jälgitakse hapnikumõõturitega ja reguleeritakse arvutiga seotud automaatika abil. Järelsetitites eraldatakse veest aktiivmuda ja juhitakse heitvesi merre. Ringlusmuda tagastatakse, nagu juba märgitud, biopuhastuse algusesse, liigmuda mudatihendajasse. Flokulante ei kasutata, sest neil on negatiivne mõju mudatöötamise järgnevatele etappidele. Tihenenud muda lastakse kihtidena valguda dreanažiga varustatud filterväljakutele. Seal eralduv nõrgvesi pumbatakse puhastusprotsessi algusesse tagasi. Kui kiht on saavutanud piisava paksuse (ca 40 cm), siis külvatatakse väljakutele muda pinnale suveks põldkaer. Selle sügav juurestik peaks reoveesetel õhustama soodustades sette stabiliseerumist. Taimede lehtede kaudu peaks toimuma vee aurumine, mis vähendab täiendavalt muda veesisaldust. Stabiliseerimisprotsessi orienteeruv pikkus on 5 aastat.

Muda proov võeti väljakutelt 10. veebruaril 2010. aastal. Proovivõtule eelnes pikk korralike talveilmadega periood. Proovivõtu ajal oli taevast selge, sademeid ei esinenud. Õhu temperatuur oli Kärdlas öösel -19°C, päeval ulatus -9 kraadini. Aktiivmuda oli puhastusseadmes pruuni värvusega, järelsetiti pind oli puhas. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi. Mudaväljakud olid kaetud paksu lumega ja pealmine mudakiht oli külmunud. Muda proov võeti jäätunud kihi alt.

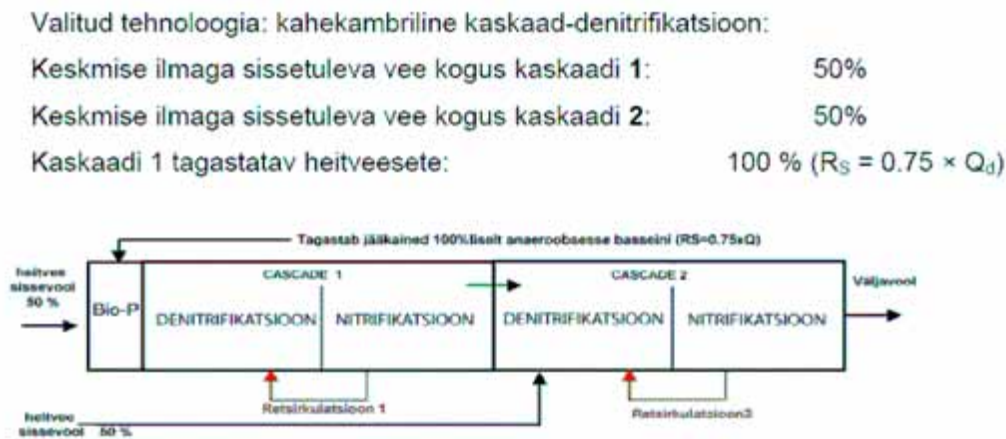
4.2.3. Ida-Virumaa

Kohtla-Järve

Järve Biopuhastus OÜ Kohtla-Järvel asuvatesse puhastusseadmetesse kogutakse reovett laialt territooriumilt alates Kiviõlist läänes ja lõpetades Jõhviga idas. Joonisel 9 on esitatud reovee kogumise skeem.

Kiviõli Keemiatööstuses tekkiv reostunud vesi sisaldab palju naftaprodukte ja puhastatakse seetõttu enne linna kanalisatsiooni juhtimist flotaatoris. AS Viru Liimid olmereovesi pumbatakse linna kanalisatsiooni ilma eelneva puhastuseta, tehase territooriumi sademevesi loetakse aga sedavõrd puhtaks, et suunatakse otse kraavi kaudu ojja. Mõlema Kiviõli ettevõtte reovesi pumbatakse koos linna olmereoveega Püssi pumplasse. Samasse suubuvad eraldi kollektorite kaudu Püssi asula ja AS Repo Vabrikud reoveed. Tekkiv reoveesegu pumbatakse edasi Kohtla-Järve puhastusseadmete vastuvõtureservuaari. Samasse tuleb vett ka mitmetest Kohtla-Järve ettevõtetest, Kohtla-Järve linna Järve, Sompa ja Ahtme linnaosadest, Kohtla-Nõmmelt ja Jõhvist. Puhastisse sisenev reovesi sisaldab rohkesti põlevkivifenoole, liime, kantserogeenseid polütsükliisi aromaateid ühendeid, väetisainete ja bensoehappe tootmisel tekkivaid jääke ning on tuhamägedelt tuleva nõrgvee tõttu pisut aluseline.

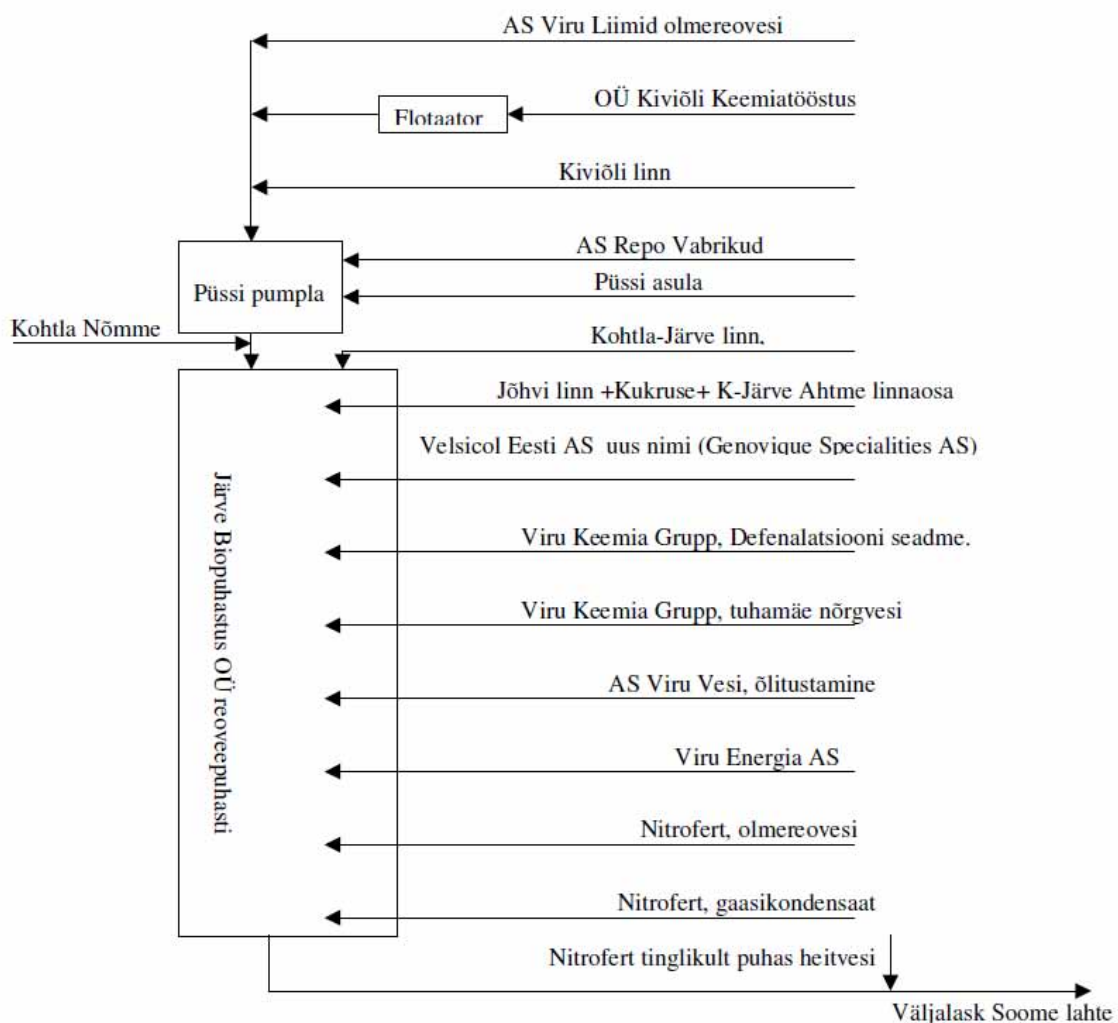
Puhastusseade koosneb kahest mehhaanilise ja kolmest bioloogilise puhastuse liinist. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võrede ja liivapüüniste abil. Jätmed viiakse prügilasse. Bioloogiline puhastus koosneb anaeroobsest, anoksü ja aeroobsest osast.



Bioloogiline puhastus koosneb anaeroobsest, anoksü ja aeroobsest osast. Neist esimene on vajalik fosfori bioloogiliseks eraldamiseks, teine lämmastiku eraldamiseks denitrifikatsiooni abil ning kolmas reovee lõplikuks bioloogiliseks puhastamiseks ja lämmastikuühendite nitrifitseerimiseks. Kummaski liinis on kaks anoksülist ja kaks aeroobset kambrit. Puhastuse etapid järjestuvad nii: anaeroobne-anoksüline-aeroobne-anoksüline-aeroobne. Tagamaks tagumise anoksüülise kambri efektiivset tööd juhitakse pool toorreoveest otse sellesse kambri.

Teine pool läheb biopuhastuse alguses asuvasse anaeroobsesse kambrisse ja läbib kõik puhastusetapid. Automaatika abil üritatakse hapnikusisaldus hoida aerotankides 1,5 mg/l ümber. Raua sooli tavaliselt vette ei lisata, sest fosfori bioloogiline eraldamine töötab tõhusalt. Võimalus selleks siiski on. Pärast järelsetitite läbimist juhitakse puhastatud vesi merre. Puhasti ja mere vahelisse kollektorisse on ühendatud Nitroferdi tinglikult puhta heitvee toru. Väljalaskme kood on IV001.

Järelsetiites eralduvast aktiivmudast tagastatakse osa bioloogilise puhastuse algusesse, teine osa (jääkmuda) suunatakse gravitatsioonilisele lintkonveierile, hügieniseeritakse, lisatakse tihendamiseks polümeerset flokulanti, tsentrifuugitakse ja toimetatakse kompostimisväljakule.



Joonis 9. Reovee kogumise skeem

Järve Biopuhastus mõõdab automaatseadmete abil pidevalt reovee vooluhulka, vee pH-d, temperatuuri, elektrijuhtivust, Redox, heljumi, fosfaadi ja nitraadi ning lahustunud hapniku sisaldust. Puhastusseade on varustatud automaatproovivõtjatega ööpäevaste proovide võtmiseks.

Saadud proove analüüsib EKUK Jõhvi filiaali Kohtla-Järve labor. Proove võetakse puhastusseadmetelt ka riikliku heitveeseire raamides.

Järve Biopuhastuse poolt puhastusseadmete töö kontrollimiseks rakendatavad seadmed on kvaliteetsed. Sellest lähtuvalt kasutas neid käesoleva töö tegemisel ka EKUK Tallinna labor. Kõik järgnevalt esitatud vooluhulga väärtused on saadud Järve Biopuhastuse AS mõõteriista abil ja kõik analüüsitud vee proovid on võetud Järve Biopuhastusele kuuluvate statsionaarsete proovivõtjatega.

Kohtla-Järve puhastusseadme jõudluseks on 54240 m³/d ja 13400 kg BHT₇/d. Veeloa kohaselt tohib puhastusseadmest väljuva vee maksimaalne reoainete sisaldus olla järgmine: hõljuvained 15 mg/l, BHT₇ 15 mg/l, N üld 10 mg/l ja P üld 1,0 mg/l. Veeloa sai Järve Biopuhastus alles 2009. aasta suvel, mil ehitajad olid seadme ametlikult üle andnud. Nii et talvistel ja kevadistel mõõtmistel võetud proovide analüüsitulemusi on käesolevas töös võrreldud hiljem antud veeloa nõuetega. Nende mõõtmiste ajal veeluba veel ei olnud.

Narva linn

Reovesi puhastatakse Narva Vesi AS-le kuulavas puhastusseadmes ja juhitakse seejärel Narva jõkke. Väljalasu kood on IV117, ettevõtte kood IV0677.

Puhastusseade koosneb kahest liinist, millest üks on ette nähtud olmereovee, teine tehnoloogilise reovee puhastamiseks. Olmereovett kogutakse Narva linnast ja Narva-Jõesuust. Esmalt puhastatakse seda mehhaaniliselt peenvõre ja aereeritava liiva-rasvapüünise abil. Edasi juhitakse vesi anaeroobsesse kambrisse (nn bio-P bassein), mis on vajalik fosfori bioloogiliseks eraldamiseks veest. Järgmiseks astmeks on aerotankid, mis töötavad perioodiliselt aeroobsel ja denitrifikatsiooni režiimil. Esimene režiim on vajalik lämmastikuühendite viimiseks nitraatideks ja vee puhastamiseks orgaanilisest reoainest, teine režiim lämmastikuühendite kõrvaldamiseks reoveest. Praktikas saavutatakse režiimide vahetus õhustuse tsüklilise sisse- ja väljalülitamisega. Fosfori täiendavaks ärastamiseks on võimalik lisada vette raua sooli ja vajadusel seda ka tehakse. Puhastusprotsessi kõrge efektiivsuse saavutamiseks hoitakse aktiivmuda kontsentratsiooni suurena – ligi 6 g/l. Järelsetitites eraldatakse aktiivmuda veest ja suunatakse puhastatud vesi kraavi kaudu Narva jõkke. Enne jõkke jõudmist ühineb olmeheitvesi tehnoloogilise vee liinist tuleva tehnoloogilise heitveega, Osa järelsetitites eraldatud mudast tagastatakse biopuhastuse algusetappi (anaeroobsesse kambrisse), liigmuda suunatakse mudatihendajasse. Tõhusama tihendamise saavutamiseks lisatakse liigmudale polümeerset ainet. Tihendatud muda kääritatakse metaantankis. Käärimisel tekkiv gaasiline metaan põletatakse. Edaspidi on kavas teha investeeringud metaani kasutamiseks katlamajas. Kääritatud mudale lisatakse flokulanti ja suunatakse tsentrifuugi. Fuugitud muda kogutakse mudaväljaku eraldi osasse vältides

segunemist tehnoloogilise vee liinist tuleva mudaga. Järelkomposteerimist ei toimu. Kogutud muda äraveoks on sõlmitud leping firmaga, mille nime puhastusseadme juhataja ei teadnud. Suurimateks tööstusliku reovee allikateks on Kreenholmi tekstiilivabrik ja nahavabrik Nakro. Nendest puhastusseadmetesse pumbatav reovesi segatakse selektoris tagastusmudaga ja suunatakse aerotanki. Viimane töötab samamoodi kui olmeliini aerotankid – aeroobne ja denitrifikatsioonirežiim vahelduvad. Fosfori bioloogilist ärastust ei ole tehnoloogilise vee liinis ette nähtud. Kogu fosforiärastus toimub keemiliselt rauasoolade lisamise teel. Tehnoloogiline reovesi saabub puhastisse ajaliselt äärmiselt ebahühtlaselt, samuti ei ole selle koostis bioloogilise puhastuse läbiviimiseks kõige soodsam. Parema puhastusefekti saavutamiseks lisatakse tehnoloogilisse liini peaaegu pidevalt olmereovett (kuni 10% olmereovee hulgest). Aerotankist juhitakse tehnoloogilise liini vesi aktiivmuda eraldamiseks järelsetitisse. Sellest väljumise järel jõuab see kraavi, kus seguneb enne jõkke jõudmist olmeheitveega. Osa järelsetitis eraldatud mudast läheb ringlusmudana selektoris, liigmuda töödeldakse eraldi liinis, et ei toimuks segunemist olmereovee liinist tuleva mudaga. See liin koosneb mudatihendajast ja tsentrifuugist, metaantank puudub. Fuugitud muda kogutakse väljakule ja veetakse perioodiliselt ära. Komposteerimist ei toimu.

Narva puhastusseadmete sissevoolu on paigutatud on-line režiimil töötavad temperatuuri ja pH mõõtmised. Mõlemad liinid on varustatud Parshalli rennidega vooluhulga mõõtmiseks ja automaatproovivõtjatega ööpäevaste veeproovide saamiseks. Taolise tehnika abil kontrollib Narva Vesi puhastusseadme koormuse vastavust jõudlusele ja väljavoolava heitvee vastavust veeloa nõuetele.

Narva reoveepuhastilt võeti muda proovid 7. mail 2009. aastal. Proovivõtu eel oli pikalt kuiva ilma pidanud. Vahetult enne 7. maid algasid lühiajalised ja vähese veega hoovihmad, mis ei suutnud olulisel määral mõjutada puhastusseadme hüdraulilist koormust. Õhu temperatuur oli öösel +2 ja päeval +10°C. Proovivõtu ajal tehnoloogilise reovee liin seisis. Olmeliini aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi.

Toila asula

Reovesi puhastatakse Toila V.V. AS-le kuuluvas seadmes ja juhitakse Pühajõkke. Väljalasutuskood on IV045, ettevõtte kood IV0258.

Puhastusseadme projekteeris RPI Eesti Tööstusprojekt 1981 aastal ja ehitas AS Viru Rand. Käiku anti see 1982. aastal. Seadmesse juhitakse Toila asula ja sanatooriumi olmereovett. Tööstuslikku reovett asulas ei teki, sest kalatööstus seisab juba ammu. Seade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett liivapüünise ja võre

abil. Liiv ja võrepraht veetakse prügilasse. Edasi suunatakse vesi kahte paralleelsesse PRP-300 tüüpi rõngaspuhastisse. Kolmas PRP seisab koormuse vähesuse tõttu ja on tühjaks pumbatud. Fosfori eemaldamiseks lisatakse vette raua ühendeid. Automaatika abil hoitakse lahustunud hapniku sisaldus aeratsioonikambrites umbes 2 mg/l peal. PRP-de järelsetites eraldatakse veest aktiivmuda ja juhitakse vesi järelpuhastuseks biotiikidesse. Esimene tiik on aereeritav, järgnevad kaks mitte. Ringlusmuda tagastatakse PRP-de setititest bioloogilisse puhastusse. Liigmuda segatakse flokulandiga ja juhitakse mudatihendajasse settima. Peale settimist suunatakse muda väljakutele. Väljakuid on neli. Muda vähesuse tõttu täidetakse alles esimest väljakut, kolm järgmist on täiesti tühjad. Komposti ei ole veel vajadust valmistada, sest väljakutel on muda mahutamiseks ruumi pikaks ajaks. 2009.a. tekkis reoveesetteid hinnanguliselt 150 m³.

Muda proov võeti väljakult 26. augustil 2009. aastal. Proovivõtule eelnes üsna kuiv periood. Proovivõtu ajal oli selge sademeteta ilm. Õhu temperatuur oli öösel +12, päeval kuni +20 kraadi. Aktiivmuda oli pruuni värvusega, järelsetite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi. Väljakule ladestatud muda oli kaetud kõrge taimestikuga (hundinui, kirburohud jne).

Voka asula

Reovesi puhastatakse Toila V.V. AS-le kuulavas seadmes ja juhitakse Soome lahte. Väljalasukood on IV043, ettevõtte kood IV0258.

Puhastusseadme projekteeris RPI Eesti Tööstusprojekt 1971 aastal ja ehitas Kohtla-Järve MEK. Käiku anti see 1972. aastal ja rekonstrueeriti 2001. aastal. Seade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett liivapüünise ja võre abil. Võrepraht veetakse prügilasse, liiva kasutatakse seadme territooriumil täitepinnaena. Edasi suunatakse vesi kahte paralleelsesse PRP-300 tüüpi rõngaspuhastisse. Fosfori eemaldamiseks lisatakse vette raua ühendeid. Automaatika abil hoitakse lahustunud hapniku sisaldus aeratsioonikambrites 2 mg/l läheduses. PRP-de järelsetites eraldatakse veest aktiivmuda ja juhitakse puhastatud vesi merre. Ringlusmuda tagastatakse bioloogilisse puhastusse, vedel liigmuda suunatakse tiikidesse. Tiikide põhja paigaldatud drenaaži kaudu eraldatakse jääkmudast vesi ja pumbatakse puhastusseadmesse tagasi. Mudatiike on kaks. Käesolevaks ajaks on üks neist muda täis, teist alles täidetakse. Komposti ei ole veel valmistama hakatud. Reoveesetteid hinnanguliselt 150 m³.

Muda proov võeti täidetavast tiigist 26. augustil 2009. aastal. Proovivõtule eelnes üsna kuiv periood. Proovivõtu ajal oli selge sademeteta ilm. Õhu temperatuur oli öösel +12, päeval kuni +20 kraadi. Aktiivmuda oli rõngaspuhastites pruuni värvusega, järelsetite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi. Täidetud mudatiik oli kaetud kõrge taimestikuga (kirburohud jne), kasutuses oleva tiigis ujusid vee pinnal mõned mudasaarekesed.

4.2.4. Jõgevamaa

Jõgeva linn

Jõgeva linna kanalisatsioon on ühisvoolne. Linnas tekkiv reovesi ja sellega segunev sademevesi puhastatakse Jõgeva Vesi OÜ-le kuuluvas seadmes ning juhitakse Painküla peakraavi kaudu Pedja jõkke. Väljalasus kood on JO001, ettevõtte kood JO0663.

Puhastusseadme projekteeris AS Eesti Projekt 2000. aastal ja ehitas AS Merko Ehitus. Käiku anti seade 2001. aastal. Puhastusseade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võre ja liivapüünise abil. Võrepraht veetakse prügimäele, liiv viiakse kompostimisväljakule. Bioloogiline osa kujutab endast annuspuhastit. Rajatud on kaks mahutit, mida täidetakse ja tühjendatakse kordamööda. Pärast täitmist tekitatakse mahutis järjepanu kõik reovee puhastamiseks vajalikud režiimid, s.o. siis anaeroobne, aeroobne ja anoksiline seisund. Protsess lõpeb aktiivmuda väljasetitamisega ja mudakihi kohale jääva heitvee ärajuhtimisega. Anaeroobne režiim on vajalik fosfori bioloogiliseks eraldamiseks, aeroobse režiimi tingimustes toimub nitrifikatsioon ja bioloogiline puhastus ning anoksilise režiimi ajal lämmastiku eraldamine veest denitrifikatsiooni abil. Vajaduse korral saab aerotankisse fosfori täiendavaks eraldamiseks lisada raua sooli. Puhastusseadme töö on automatiseeritud. Kõiki tehnoloogilisi protsesse saab juhtida arvuti abil, samuti salvestab arvuti informatsiooni seadme tööparameetrite kohta.

Puhastusprotsessi käigus eraldatavale jääkmudale lisatakse polümeerset flokulanti, pressitakse ja veetakse siis komposteerimisväljakule. Väljak kujutab endast asfalteeritud põhjaga väikest kausikujulist mahutit. Seadme valdaja esindaja sõnul on selle дренаaz ummistunud, mistõttu vett tuleb sealt ära vedada paakauto abil. Väljaku mõõtmed on sedavõrd väikesed, et komposti sellel hiljem enam segada ei saa. Pärast esimest segamist kuhjatakse kompost hunnikusse ja selliselt see seisma jääbki. Reoveesetteid tekib hinnanguliselt 339 t/a. (KA sisaldus 25%).

Toormuda proov võeti kompostimisväljakult 18. augustil 2009. aastal. Proovivõtule eelnes pikk hoovihmadega periood. Proovivõtu päeval oli pilves ilm, aeg-ajalt tibutas vihma. Proovivõtu ajal hakkas sadama tugevat vihma. Maapinda katsid kohati vee loigud. Õhu temperatuur oli öösel +13 kraadi ringis, päeval ulatus +17 kraadini. Aktiivmuda oli pruuni värvusega, setitamise ajal jäi veepind puhaks. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi. Kompostimisväljakul asuvad mudahunnikud olid kaetud tiheda maltsaga.

Mustvee linn

Reovesi puhastatakse Mustvee Linnavara OÜ-le kuuluvas seadmes ja juhitakse 400 m pikkuse kraavi kaudu Peipsi järve. Väljalasus kood on JO004, ettevõtte on sedavõrd uus, et selle veemajanduskood ei ole käesoleva ülevaate koostajale teada.

Puhastusseade on projekteeritud ja ehitatud Soome riigi tagastamatu abi eest. Käiku anti seade 1997. aastal. Puhastisse juhitakse reovett linna kanaliseeritud osast ja sinna purgivad kuivkäimlaid tühjendavad paakautod. Purgimiskohaks on geotekstiilist põhjaga tiik, millest reostunud vesi drenaaži abil kogutakse ja puhastisse pumbatakse. Puhastusseade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võre ja liivapüümise abil. Võrepraht veetakse prügimäele, liiv pestakse ja segatakse komposti. Bioloogiline puhastus koosneb anaeroobsest, anoksilisest ja aeroobsest osast. Neist esimene on vajalik fosfori bioloogiliseks eraldamiseks, teises toimub lämmastiku eraldamine veest denitrifikatsiooni abil ja kolmandas nitrifikatsioon ning lõplik bioloogiline puhastus. Vajadusel saab aerotankisse lisada fosfori täiendavaks eraldamiseks raua sooli. Veest eraldatavale jääkmudale lisatakse polümeerset flokulanti, pressitakse ja ladustatakse territooriumile. Hinnanguliselt tekib aastas ca 300 tonni reoveesetet. Komposteerimist ei toimu.

Algselt oli puhastusseadme töö täielikult automatiseeritud. Kõiki tehnoloogilisi protsesse sai juhtida arvuti abil, samuti salvestas arvuti regulaarselt informatsiooni seadme tööparameetrite kohta. Paraku amortiseerusid tehnoloogilised seadmed mõne aasta jooksul ja praegu juhitakse protsessi käsitsi. Sagedusmuunduri läbipõlemise tõttu loobuti lahustunud hapniku kontsentratsiooni reguleerimisest. Puhuri jaoks osteti energia kokkuhoiu saavutamiseks väiksema võimsusega mootor ja see töötab pidevalt täistuuridel sõltumata lahustunud hapniku sisaldusest aeratsioonikambris.

Jääkmuda proov võeti komposteerimisväljakult 18. augustil 2009. aastal. Proovivõtule eelnes pikk hoovihmadega periood. Proovivõtu ajal oli pilves ilm, aeg-ajalt tibutas vihma. Kohati katsid maapinda vee loigud. Õhu temperatuur oli öösel +13 kraadi ringis, päeval ulatus +17 kraadini. Aktiivmuda oli pruuni värvusega, kohati oli aeratsioonikambri pinnal vahu kiht. Järelsetiti pind oli puhas. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade üsna hästi.

Palamuse asula

Reovesi puhastatakse AS Emajõe Veevärk Opereerimine poolt hallatavas seadmes ja juhitakse läbi asula voolavasse jõkke. Väljalasu kood on JO032, ettevõtte kood TM1300.

Palamuse reoveepuhasti projekteeriti ja ehitati Veemaailm INC OÜ poolt. Käiku anti see 2003. aastal. Seade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniline puhastus toimub võre ja eelsetiti abil, bioloogiline puhastus aerotankis. Fosfori sadestamiseks on võimalik aerotanki rauaühendeid lisada, lämmastiku kõrvaldamist ei ole ette nähtud. Muda eraldatakse veest järelsetitites, misjärel vesi juhitakse järelpuhastuseks biotiikidesse ja neist edasi jõkke. Liigmuda tihendatakse mudatihenduskaevus ja suunatakse mineralisaatori kaudu sademete eest katusega kaitstud mudaväljakutele.

Muda proov võeti väljakutelt 28. aprillil 2009. aastal. Proovivõtu eel oli pikalt kuiva ilma hoidnud. Ka proovivõtu päeval oli selge sademeteta ilm. Õhu temperatuur oli aprilli kohta erakordselt kõrge, +22 kraadi. Aeratsioon töötab täie võimsusega, sest sagedusmuundur oli rikki läinud. Aktiivmuda oli aerotankides pruuni värvusega, järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul esines aerotankides *Microthrix parvicella* vahutamist.

Põltsamaa linn

Reovesi puhastatakse hiljaaegu OÜ Meliori poolt Põltsamaa Varahalduse OÜ-le üle antud seadmes ja juhitakse seejärel Põltsamaa jõkke. Väljalasu kood on JO003, uus ettevõtte kood ei olnud käesoleva teksti kirjutajale veel teada. Puhastusseadmesse juhitakse Põltsamaa linna, E-Piimale kuuluva tööstuse ja Põltsamaa Felixi reovesi. Seadet haldava ettevõtte esindaja sõnul suudab Felix hoida oma reovee puhastusseadmesse juhtimiseks kõlbulikuna, piimatööstusel pidavat mõnikord tekkima eelpuhastiga probleeme (peamiselt pH osas).

Puhastusseade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett pumppla ees asuva reha ja liivapüüniste abil. Prahi ja liiva veab ära firma Epler ja Lorenz. Bioloogiline puhastus toimub kahes paralleelses liinis. Algab see fosfori ja lämmastiku bioloogilise ärastamisega ja lõpeb õhustamisega Celpox-aeraatoritega varustatud aerotankides. Aktiivmuda eraldatakse veest järelsetitites, misjärel puhastatud vesi järelpuhastuseks mõeldud serpetiintiigi kaudu jõkke suunatakse. Osa väljasettinud aktiivmudast läheb puhastusprotsessi tagasi, liigmuda juhitakse setitisse tihenema. Settinud liigmudale lisatakse flokulant ja tsentrifuugitakse. Fuugitud muda läheb eespool mainitud Epler ja Lorenzi jäätmejaama. 2008.a. tekkis (KA sisaldusega 16%) 1427 tonni reoveesetteid.

Muda proov võeti 22. septembril 2009. aastal. Proovivõtule eelnenud aeg oli üldiselt kuivapoolne, vaid 21. septembril tuli üsna tugevat hoovihma. 22. septembril oli pilves, aga sademeteta ilm. Öösel oli õhu temperatuur +12, päeval +17 kraadi. Aktiivmuda oli aerotankides pruuni värvusega. Aerotankide pinnad oli Celpox-aeraatorite tööle omaselt kaetud vahuga. Põltsamaa Varahalduse esindaja sõnul pidavat mõnikord vahu kiht nii paksuks muutuma, et ajab üle puhastusseadme ääre, mis võib omakorda viidata ka *Microthrix parvicella* vahutamisele. Järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul võis puhastusseadme tööd 22. septembril üsna heaks pidada.

4.2.5. Järvamaa

Järva-Jaani asula

Reovesi puhastatakse E-Piima poolt hiljaaegu Järva-Jaani Vallavalitsusele üle antud seadmes ja juhitakse seejärel karsti suubuvasse kraavi. Väljalasu kood on JA138, uus ettevõtte kood ei ole käesoleva aruande koostajale veel teada.

Puhastusseadme projekteeris 2004. aastal Eesti Projekt, ehitajaks oli AS Terrat. Käiku anti seade samal 2004. aastal. Seadmesse juhitakse Järva-Jaani asula ja meierei reovesi. Meierei üritatab puhastisse juhitud reoainete hulka eelpuhastuse abil piirata. Selleks kasutab ta flotaatorit, mille flotoreagent baseerub pH-muutuste suhtes tundlikel rauasooladel. Meierei tootmisvõimsus on viimastel aastatel järsult suurenenud ja vastavalt ka tekkiva reovee koormus. Lisaks sellele ei suudeta enam tagada veele enne eelpuhastisse juhtimist nõuetekohast pH-d ja flotaatori töö efektiivsus on tublisti vähenenud. Selle tagajärjel on puhastisse juhitud reovee BHT-koormus kasvanud seadme jõudlusest suuremaks. Seade ei suuda enam reovett nõuetekohaselt puhastada. Käesoleval ajal on alustatud puhastusseadme laienduse projekteerimisega.

Järva-Jaani puhastusseade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett liivapüünise ja võre abil. Võrepraht läheb komposti. Bioloogiline puhastus algab anaeroobse osaga ja jätkub kahe Celpox-tüüpi aeraatoriga varustatud aerotankis. Fosfori sadestamiseks saab reovette doseerida raudsulfaati. Järelsetitites eraldatakse veest aktiivmuda ja suunatakse puhastatud vesi läbi biotiikide kraavi. Osa väljasettinud aktiivmudast läheb bioloogilise puhastuse algusesse tagasi, liigmuda pressitakse ja suunatakse väljakutele. Samasse veetakse ka piimatööstuse eelpuhastis eraldatud flotojääk. Mudaväljakud on ümbritsetud turbaseinaga, millest vesi läbi imbub ja puhastusseadme algusesse tagasi pumbatakse. Tahenenud mudast valmistatakse turbaga komposti, kuid probleeme esineb seoses komposti segamisega – pole pidevaid tegijaid. Mudaväljakuid on kaks. Neid täidetakse kordamööda – ühte täidetakse, teises toimub vee eraldamine mudast. Puhastusseadme haldaja sõnul haisevad väljakud suviti. Reoveesetteid ning flotojääki tekib kokku hinnanguliselt 200 t/a.

Muda proov võeti 22. septembril 2009. aastal. Proovivõtule eelnenud aeg oli üldiselt kuivapoolne, vaid 21. septembril tuli üsna tugevat hoovihma. 22. septembril oli pilves, aga sademeteta ilm. Öösel oli õhu temperatuur +12, päeval +17 kraadi. Aktiivmuda oli aerotankis täiesti musta värvusega ja haises. Kahest aeraatorist töötas ainult üks, teisel Celpoxil olid mootori laagrid läbi põlenud. Järelsetitite pinnale oli tõusnud paks mudakoorig. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade ülekoormuse ja puuduliku aeratsiooni tõttu väga halvasti.

Paide linn

Reovesi puhastatakse Paide Reoveepuhasti OÜ poolt opereeritavas seadmes ja juhitakse seejärel Pärnu jõkke. Väljalasu kood on JA073, ettevõtte kood JA0071. Lähiajal on kavas seade linnavalitsusele üle anda.

Puhastusseade on üks vanemaid linnade reoveepuhasteid Eestis. Selle projekteeris 1977. aastal Eesti Tööstusprojekt, ehitajaks oli Paide MEK. Käiku anti seade 1978. aastal, rekonstrueeriti 1996. aastal. Seadmesse juhitakse Paide linna ja piimatööstuse reovesi.

Puhastusseade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett liivapüüniste, võrede ja eelsetiti abil. Võrepraht veetakse prügilasse, liiv ja sete suunatakse mädandisse. Bioloogiline puhastus toimub kahes paralleelses Celpox-tüüpi aeraatoritega varustatud aerotankis. Fosfori ja lämmastiku eraldamiseks on aerotankide lõpus õhustamata tsoonid ja neis pidavat kohalike töötajate sõnul ka pisut lämmastikku eralduma. Fosforit võiks eraldada ka keemiliselt, kuid raudsulfaadi doseerimise seade on juba pikemat aega rikkis. Aktiivmuda eraldatakse veest järelsetitites, misjärel puhastatud vesi suunatakse jõkke. Osa väljasettinud aktiivmudast läheb puhastusprotsessi tagasi, liigmuda juhitakse mädandisse. Mädandis sete stabiliseerub ja suunatakse siis mudaväljakutele. Seal eralduv vesi pumbatakse tagasi puhastusprotsessi algusesse, tihenenud muda kompostitakse ajutisel, selleks ettevalmistamata territooriumil. Komposteerimisprotsessi sisuliselt ei toimunud. Puhasti operaatorite sõnul läheb seade tõenäoliselt 2010.a. Paide linna kätte ning loodetakse, et siis ehitatakse korralikud komposteerimisväljakud ning saadakse mudapress. Hinanguliselt tekib reoveesetteid 1000 m³/aastas.

Muda proov võeti 22. septembril 2009. aastal. Proovivõtule eelnenud aeg oli üldiselt kuivapoolne, vaid 21. septembril tuli üsna tugevat hoovihma. 22. septembril oli pilves, aga sademeteta ilm. Öösel oli õhu temperatuur +12, päeval +17 kraadi. Aktiivmuda oli aerotankides pruuni värvusega, järelsetitite pinnad olid puhtad. Puudusena võib märkida muda väljakandumist järelsetititest. See ei olnud küll kuigi intensiivne, kuid siiski silmaga märgatav.

Mudaväljakutest kasutati esimest ja see oli praktiliselt setet täis saanud. Ülejäänud kolm väljakut olid veel tühjad.

Türi linn

Reovesi puhastatakse Türi Vesi OÜ-le kuuluvas seadmes ja juhitakse seejärel Pärnu jõkke. Väljalasu kood on JA011, ettevõtte kood JA0259.

Türi puhastusseadmesse pumbatakse Türi linna, Säreveere ja Türi-Alliku reovesi. Seade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võre ja liivapüünise abil. Võrepraht ja liiv veetakse Väätša prügilasse. Eraldi mehhaaniline puhastus on ehitatud purgimise jaoks. See koosneb võrest ja pressist. Tahked jäätmed veetakse samuti prügilasse, vesi pumbatakse bioloogilise puhastuse algusesse. Bioloogilise puhastuse liine on kaks. Puhastus toimub kolmes etapis. Nendeks on anaeroobne, anoksiline ja aeroobne. Esimene on vajalik fosfori bioloogiliseks eraldamiseks veest, teine lämmastiku kõrvaldamiseks denitrifikatsiooni abil ja kolmas orgaanilise reoaine hävitamiseks ning nitrifikatsiooniprotsessi läbiviimiseks. Fosforit saab täiendavalt eemaldada ka sadestamise abil lisades vette raudsulfaati. Tavaliselt ei peeta seda anaeroobse kambri hea töö tõttu siiski vajalikuks. Puhastusprotsessi reguleerimiseks

kontrollitakse pidevalt kolme näitajat – lahustunud hapniku sisaldust aerotankides, vee temperatuuri ja pH-d. Aktiivmuda eraldatakse veest järelsetitites ja puhastatud vesi suunatakse kraavi kaudu jõkke. Osa väljasettinud mudast läheb bioloogilise puhastuse algusesse tagasi, liigmuda pressitakse pärast flokulandi lisamist ja veetakse prügilasse.

Türi reoveepuhasti on uhiuus ja selle töörežiimi alles katsetatakse. Vahetult pärast käikuandmist oli lahustunud hapniku sisaldus aerotankides reguleeritud 1,2 mg/l peale, muda proovi võtmise ajal katsetati kontsentratsiooni 2,0 mg/l. Puhasti küllastamise ajal veel reoveesetete komposteerimisega ei tegeldud. Tekkiva reoveesette koguseid ei osatud veel hinnata.

Muda proov võeti 23. septembril 2009. aastal. Proovivõtule eelnenud aeg oli üldiselt kuivapoolne, vaid 21. septembril tuli üsna tugevat hoovihma. 23. septembril oli pilves ilm. Öösel sadas vihma ja õhu temperatuur oli +13 kraadi. Päeval oli ilm sademeteta, õhu temperatuur tõusis +17 kraadini. Aktiivmuda oli aerotankites pruuni värvusega, järelsetitite pinnad olid enam-vähem puhtad. Rauaühendeid vette ei lisatud. Visuaalsel hinnangul töötab puhastusseade hästi.

4.2.6. Läänemaa

Haapsalu linn

Reovesi puhastatakse Haapsalu Veevärk AS-le kuuluvas seadmes ja juhitakse seejärel Haapsalu Tagalahte. Väljalasu kood on LA002, ettevõtte kood LA0670.

Haapsalu puhastusseadme projekteeris 1996. aastal SWECO/Eesti Projekt, ehitajaks oli Skanska EMV. Seade valmis 1997. aastal ja rekonstrueeriti 2001. aastal. Puhasti koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võre ja liivapüünise abil. Võrepraht veetakse prügilasse, liiv komposteerimisväljakule. Bioloogilise puhastuse liine on kaks. Puhastus toimub kolmes etapis, nendeks on anaeroobne, anoksiline ja aeroobne. Esimene on vajalik fosfori bioloogiliseks eraldamiseks veest, teine lämmastiku kõrvaldamiseks denitrifikatsiooni abil ja kolmas orgaanilise reoaine hävitamiseks ning nitrifikatsiooniprotsessi läbiviimiseks. Anaeroobne ja anoksiline etapp toimuvad endistes eelsetitites, aeroobne puhastus taldrikaeraatoritega varustatud aerotankides. Lahustunud hapniku sisaldust õhustuskambrites hoitakse automaatika abil tasemel 2-3 mg/l. Aerotankidesse on fosfori täiendavaks eraldamiseks võimalik lisada raudsulfaati ja talvetingimustes seda ka tehakse. Muul ajal võib bioloogilise fosforiärastuse hea töö korral sellest loobuda. Aktiivmuda eraldatakse veest järelsetitites ja puhastatud vesi suunatakse pärast kahe biotiigi läbimist merre. Osa väljasetitatud mudast läheb bioloogilise puhastuse algusesse tagasi, liigmuda tihendatakse, lisatakse flokulant ja tsentrifuugitakse. Fuugitud muda ja liivapüünistes eraldatud liiv komposteeritakse. Tsentrifuugitud muda proov võeti 27. jaanuaril 2010. aastal. Proovivõtule oli eelnenud pikk külmaperiood. 27. jaanuari öö oli samuti külm ja selge. Õhu temperatuur langes kuni -25

kraadini, sademeid ei esinenud. Maapinda kattis paks koheva lume kiht. Ka päeval oli ilm sademeteta. Õhu temperatuur tõusis -17 kraadini. Aktiivmuda oli aerotankites pruuni värvusega, mõnel pool esines aerotankide pinnal vähest külmunud vahtu. Järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi.

Lihula linn

Reovesi puhastatakse Lihula Vesi OÜ-le kuuluvas seadmes ja juhitakse seejärel Penijõkke. Väljalasu kood on LA020, ettevõtte kood LA0080. Lähiajal on kavas seade Lihula Vallavalitsusele üle anda.

Puhastusseade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniline puhastus toimub pumpla ette rajatud liivapüünise, pumpla järel paikneva võre ja sellele järgnevate eelsetitite abil. Eraldunud liiv ja võrepraht veetakse prügilasse. Bioloogiline puhastus toimub pöörleva rootoriga biofiltris. Seejärel lisatakse veele fosfori eraldamiseks raudsulfaadi lahust ja juhitakse vesi järelsetititesse. Neis eraldatakse väljasadenevad fosforiühendid ja biorootori küljest irdunud aktiivkile jäänused. Selitatud vee järelpuhastus toimub neljas biotiigis, misjärel heitvesi Penijõkke suunatakse. Eel- ja järelsetitite põhja settinud muda pumbatakse mudatihendajasse. Sette viibeag mudatihendajas on 2-3 kuud. Selle aja jooksul toimub teatud määral sette stabiliseerumine. Seejärel veab kohalik põllumees sette oma vahenditega heinamaale.

Muda proov võeti mudatihendajast 9. septembril 2009. aastal. Proovivõtule eelnenud ajal oli üsna pikalt väheste hoovihmadega ilma pidanud. 9. septembri öö oli selge ja sademeteta. Õhu temperatuur ulatus +16 kraadini. Ka päev oli selge ja sademeteta. Õhu temperatuur tõusis üle +20°C.

Aktiivkile oli rootoris pruunikasmusta värvusega, järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade rahuldavalt.

4.2.7. Lääne-Virumaa

Estonian Cell AS

Estonian Cell AS olmereovesi juhitakse Kunda linna ühiskanalisatsiooni, tehnoloogiline reovesi puhastatakse ettevõttele kuuluvas seadmes ja juhitakse süvamerelasu kaudu Kunda lahte. Väljalasu kood on LV135, ettevõtte kood LV0135.

Estonian Cell AS kasutab toorainena haavapuitu ja valmistab sellest keemiliselt töödeldud ning kuivatatud puidumassi. Valmistoodang sisaldab põhiainetena tselluloosi ja ligniini. Ligniini annab tootele pehme ja koheva tekstuuri. Taolise toodangu ostjateks on pehmepaberit (WC-paber, paberkäterätid, majapidamis-paber jmt) tootvad ettevõtted. Kirja- ja trükipaberi

valmistamiseks vajatakse toorainena üsna puhast tselluloosi. Estonian Celli toodang selleks ei kõlba.

Tehnoloogiline protsess algab haavapuude koorimisega. Puukoor müüakse kütteks, puit hakitakse ja pestakse. Järgneb immutamine EDTA nimelise kemikaaliga ja pleegitamine. EDTA on tugev kompleksimoodustaja ja selle lisamise eesmärgiks on raskemetallide eemaldamine puidumassist. Pleegitamine toimub vesinikperoksiidiga (H_2O_2) leeliselises keskkonnas (NaOH lahus). Pleegitamise intensiivsus oleneb sellest, kui tugeva värvitooniga paberit kavatakse tellija toota. Kui tellija soovib valmistada lumivalget paberit, siis rakendatakse kõige tugevamat pleegitusrežiimi, pruuni pakendites kasutatava paberi jaoks võib jätta puidumassi ka pleegitamata. Järgneb puidumassi pesemine ja kuivatamine presskuivatis. Õhkuivaks saadakse toode kuumas gaasijoas ja pakendatakse seejärel.

Puidu töötlemisel tekkiv reovesi puhastatakse 2006. aastal valminud puhastusseadmes. Esmalt läbib vesi mehhaanilise sõela ja suunatakse siis flotaatorisse. Selles tõstetakse peente gaasimullide abil hõljum vee pinnale ja eemaldatakse kaabitsa abil. Enamik flotoreagente (ained, mis soodustavad flotatsiooni) toimivad efektiivsemalt veidi leeliselises keskkonnas. Seetõttu reovett reeglina enne flotatsiooni ei neutraliseerita. Biopuhastuse läbiviimiseks sisaldab puidutööstuse reovesi liiga vähe biogeene ja neid tuleb eelnevalt vette lisada. Lämmastiku allikana kasutatakse karbamiidi, fosfori allikana fosforhapet. Viimane vähendab ühtlasi vee pH-d. Vähesese kareduse tõttu on reovesi kergesti vahutav. Vahutamise mahasurumiseks aerotankis lisatakse veele vahukustutajat. Pärast biopuhastust toimub vee järelflotatsioon. Kasutatakse polümeerset flotoreagenti. Puhastatud vesi juhitakse merre. Puhastusprotsessi käigus eraldatud jäätmed (kiud, flotomuda ja aerotanki liigmuda) segatakse polümeerse flokulandiga ja pressitakse lintfilterpressiga. Saadav toormuda komposteeritakse haava puukoortega kompostimisväljakutel. Toormuda kuivainest pärineb umbes 50% biopuhasti liigmudast, ülejäänud 50% on tulnud sõela ja flotaatoritega eraldatud jäätmetest. Edaspidi on kavas muda press asendada tsentrifuugidega. See peaks aitama toormuda niiskusesisaldust vähendada. Jääkmuda tekkis 2008.a. 55 429 tonni (KA 14%)

Pressitud muda proov võeti 25. augustil 2009. aastal. Proovivõtule eelnes üsna kuiv periood. Proovivõtu ajal oli selge sademeteta ilm. Öhu temperatuur oli öösel $+8^{\circ}C$, päeval ulatus $+18$ kraadini. Aktiivmuda oli punakaspruuni värvusega, aerotankide pinnal oli vahtu. Järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade üsna hästi.

Kadrina asula

Reovesi puhastatakse Kadrina Soojus AS-le kuuluvas seadmes ja juhitakse Loobu jõkke. Väljalasu kood on LV181, ettevõtte kood LV0018.

Puhastusseadme projekteeris AS Eesti Projekt 1999 aastal ja ehitas AS Terrat. Käiku anti see 2000. aastal.

Puhastusseadmesse juhitakse Kadrina asula olmereovett, tööstuslikku reovett asulas ei teki. Seade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett trummelvõre abil. Järgnevalt juhitakse vesi eelsetitisse. Eelsetiti anaeroobsed tingimused on eelduseks fosfori bioloogilise ärastuse toimimisele. Järgnevad anoksiline ja aeroobne etapp. Neist esimeses toimub lämmastiku eraldamine veest denitrifikatsiooni abil ja teises nitrifikatsioon ning lõplik bioloogiline puhastus. Aeratsioonikambrisse lisatakse fosfori täiendavaks ärastamiseks raua sooli. Lahustunud hapniku sisaldust hoitakse automaatika abil 3 mg/l läheduses. Järelsetitites eraldatakse veest aktiivmuda ja juhitakse vesi pika kraavi kaudu jõkke. Ringlusmuda tagastatakse bioloogilisse puhastusse, liigmuda segatakse flokulandiga ja pressitakse. Pressitud muda ja võreprahi veab Ragn-Sells Jõelähtme prügilasse. Reoveesetteid tekib 220 tonni aastas.

Pressitud muda proov võeti 25. augustil 2009. aastal. Proovivõtule eelnes üsna kuiv periood. Proovivõtu ajal oli selge sademeteta ilm. Õhu temperatuur oli öösel +8°C, päeval ulatus +18 kraadini. Aktiivmuda oli puhastusseadmes pruuni värvusega, järelsetitite pinnal võis märgata väheseid õhukesi mudalaike. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade siiski üsna hästi.

Rakvere linn

Reovesi puhastatakse Rakvere Vesi AS-le kuuluvas puhastusseadmes ja juhitakse seejärel Selja jõkke. Väljalasu kood on LV281, ettevõtte kood LV0028. Puhastusseadme projekteeris 1987. aastal Vesi-Hydro OY ja ehitas SRV Eesti Ehitus. Seade valmis 1990. aastal ja uuendati 2004. aastal.

Rakvere puhastusseade koosneb mehhaanilise puhastuse osast ja sellele järgnevast kahest biopuhastuse liinist. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võrede, liivapüüniste ja kahe paralleelse eelsetiti abil. Bioloogilise puhastuse osa koosneb kolmest kontsentrisest ringikujulisest kambrist. Sisemine kamber on anaeroobne ja sinna suunatakse lisaks reoveele ka tagastusmuda. See kamber on vajalik reovees leiduva fosfori bioloogiliseks eraldamiseks. Anaeroobset kambrist ümbritsevas rõngas asub 2 paari järjestikku asuvaid anoksü- ja aeroobseid kambreid. Anoksilistes kambrites toimub nitraatide taandamine gaasiliseks lämmastikuks, aeratsioonikambrites orgaanilise reoaine kõrvaldamine ja reovees leiduvate lämmastikuühendite oksüdeerimine nitraadiks. Niisiis on teise ringi läbimisel toimuvad protsessid järgmised: denitrifikatsioon → oksüdatsioon → denitrifikatsioon → oksüdatsioon. Kõige välimises ringis paikneb koguni 3 taolist paari ja protsesside järjekord on taoline: denitrifikatsioon → oksüdatsioon → denitrifikatsioon → oksüdatsioon → denitrifikatsioon → oksüdatsioon. Kokku

läbib puhastatav vesi 5 korda anoksilise ja 5 korda aeroobse kambri. Aeratsioonikambrites hoitakse automaatika abil hapniku kontsentratsiooni kindlaksmääratud tasemetel. Esimestes kambrites on etteantud tase kõrgem, nii 3-4 mg/l ja see langeb igas järgnevas kambri pidevalt. Viimases aeratsioonikambri hoitakse taset 0,65 mg/l peal. Biopuhastuse läbinud vesi eraldatakse mudast järelsetitites ja juhitakse jõkke.

Välja settinud mudast tagastatakse osa anaeroobsesse kambrisse, teine osa (liigmuda) suunatakse koos eelsetitis eraldunud settega mudatihendajasse. Seal lisatakse mudale polümeerne flokulant ja saadetakse siis mudapressi. Pressitud muda antakse üle firmale Eesti Kompost OÜ, kes valmistab sellest komposti.

Hetkel on AS Rakvere Vesi-1 töös eelprojekt, mill järgi soovitakse Rakvere puhastile ehitada reoveesetete stabiliseerimiseks anaeroobne reaktor. Plaanitav biogaasijaam hakkab sisendina kasutama lisaks AS Rakvere Vesi reoveepuhasti setetele ka Rakvere Lihakombinaat AS-i setteid ning Lääne-Virumaa väikepuhastite setteid. Saadav biogaas kasutatakse omatarbeks.

Rakvere puhastusseadme jõudluseks on 20000 m³/d ja 10000 kg BHT₇/d. Veeloa alusel võib puhastist jõkke juhtida keskmiselt 9800 m³/d heitvett. mille reoainete maksimaalne sisaldus võib olla järgmine: hõljuvained 15 mg/l, BHT₇ 15 mg/l, KHT 125 mg/l, N üld 15 mg/l, P üld 1,0 mg/l. Heitvee maksimaalsed lubatud reostuskoormused on järgmised: hõljuvained 147 kg/d, BHT₇ 147 kg/d, N üld 147 kg/d ja P üld 9,6 kg/d.

Tegelik koormuse vastavust jõudlusele ja väljavoolava heitvee vastavust veeloa nõuetele jälgib AS Rakvere Vesi omaseire käigus. Vooluhulka mõõdetakse pidevalt, vee ööpäevaste proovide võtmiseks on puhasti sisse- ja väljavoolus statsionaarsed proovivõtjad. Lisaks sellele on puhastusseadmete sissevoolu paigaldatud automaatsed on-line režiimil töötavad pH-meeter ja hägususe määraja. Eelsetitite järel mõõdetakse pidevalt pH-d, hägusust, temperatuuri, üldfosforit ja ammoniumisisaldust. Väljavoolus on automaatseadmed hägususe, üldfosfori, ammoniumi ning nitraadi kontsentratsioonide mõõtmiseks. Taoline suur hulk pidevalt töötavaid riistu on vajalikud eeskätt Rakvere Lihakombinaadist puhastisse pumbatava reovee ja selle poolt puhastusprotsessile tekitatava mõju kontrollimiseks. Lihakombinaadi vees sisaldub mõnikord suures koguses liha töötlemisel ja tootmisvahendite pesemisel kasutatavaid kemikaale.

Rakvere Vesi AS poolt puhastusseadmete töö kontrollimiseks rakendatavad seadmed on kvaliteetsed. Sellest lähtuvalt kasutas neid käesoleva töö tegemisel ka EKUK Tallinna labor. Kõik esitatud vooluhulga väärtused on saadud Rakvere Vesi AS mõõteriista abil ja kõik analüüsitud vee proovid on võetud Rakvere Veele kuuluvate statsionaarsete proovivõtjatega.

Tapa linn

Reovesi puhastatakse Tapa Vesi AS-le kuuluvas seadmes ja juhitakse Valgejõkke. Väljalasukood on LV291, ettevõtte kood LV0029.

Puhastusseade on projekteeritud Soome firma Raisio Engineering OY poolt 1996. aastal. Ehitajaks oli AS Leminkäinen Eesti. Käiku anti seade 1997. aastal. Puhastisse juhitakse reovett Tapa linnast ja veidi eemal asuvast Moe piiritusetehasest ning sinna purgivad ümbruskonna kuivkäimlaid tühjendavad paakautod. Käesoleval ajal piiritusetehas seisab ja seetõttu on puhastusseade reoainete ja tavaliselt ka vooluhulga osas tugevasti alakoormatud. Tapa linna kanalisatsioon on ühisvoolne. Veerohketel aegadel kasvab puhastisse juhitava vee kogus järsult ja mõnikord võidakse seadme hüdraulilist jõudlust siiski ka ületatada.

Tapa puhastusseade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett 1 millimeetriste piludega trummelsõela abil. Eraldatav praht veetakse prügilasse. Liivapüümis puudub ja reovees leiduv liiv jõuab bioloogilise puhastuse etappidesse. Bioloogiline puhastus koosneb anaeroobsest, anoksilisest ja aeroobsest osast. Neist esimene on vajalik fosfori bioloogiliseks eraldamiseks, teises toimub lämmastiku eraldamine veest denitrifikatsiooni abil ja kolmandas nitrifikatsioon ning lõplik bioloogiline puhastus. Anoksiline ja aeroobne protsess viiakse läbi ühises ujuvate aeraatoritega kambris. Selleks lülitatakse õhustus tsoonide kaupa sisse-välja. Aereeritavas tsoonis toimub aeroobne puhastus, mitteaereeritavas denitrifikatsioon. Aeroobset puhastust kontrollitakse hapnikumõõduri, denitrifikatsiooniprotsessi redokspotentsiaali mõõtja abil. Puhastusseadme anoksiline ja aeroobne osa toimivad AS Tapa Vesi esindaja sõnul hästi, kuid alakoormuse tõttu jääb fosfori eraldamise efekt anaeroobses osas väikeseks. Puhastustehnoloogiat oleks vaja täiendada fosfori keemilise ärastamisega raua soolade abil. Käesoleval ajal seda teha ei saa, sest raud muudab mudahelbed raskeks ja aeraatorid ei ole võimelised denitrifikatsiooni ajal põhja settinud aktiivmuda aeroobse protsessi jaoks enam üles tõstma.

Puhastusprotsess lõpeb aktiivmuda eraldamisega veest järelsetitites. Seade on varustatud kahe järelsetitiga, kuid alakoormuse tõttu hoitakse töös ainult ühte. See võimaldab setiteid kordamööda hooldada (puhastada). Järelsetitis eraldatud aktiivmuda tagastatakse õhktõstukitega bioloogilisse puhastusse püüdes muda kontsestratsiooni aerotankis hoida 4-4,5 g/l piirides. Üleliigne muda juhitakse vee alt tiiki, milles toimub väljasettimine. Vesi eraldatakse tiigi pinnalt ja tagastatakse puhastusseadmesse. Mudatiike on kaks, kuid väikese koormuse tõttu on liigmuda hulk väike ja hakkama saadakse ühega. Teine tiik on tühi. Vee viibeag puhastusseadmes on pikk – keskmiselt 5 ööpäeva. Seetõttu on tiikidesse suunatav liigmuda üsna hästi stabiliseerunud ja enamasti tiigid ei haise. Erandiks on varakevad vahetult pärast tiike katva jääkatte sulamist. Jää all toimunud anaeroobsete protsesside tagajärjel tekkinud haisvad ained kaovad tiigi veest siiski üsna kiiresti. Tiiki tühjendatakse mudast üks kord aastas septembri kuus. Nimelt soojeneb

tiigi vesi suve lõpuks tugevasti ja metaankäärimise tõttu tõuseb muda augustis mõneks ajaks vee pinnale. Kääritamine parandab tugevasti muda stabiilsust, mistõttu septembris pärast settimist ära veetav muda ei hakka kompostimisväljakutel haisema. Kompostimine toimub linnale kuuluvatel väljakutel. Reoveesetteid tekib hinnanguliselt 2000 m³/aastas.

Liigmuda proov võeti mudatiigist 25. augustil 2009. aastal. Proovivõtule eelnes üsna kuiv periood. Proovivõtu ajal oli selge sademeteta ilm. Õhu temperatuur oli öösel +8°C, päeval ulatus +18 kraadini. Aktiivmuda oli pruuni värvusega, kohati ujus aerotanki pinnal veidi lemmelit. Järelsetiti pind oli puhas. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi.

Väike-Maarja asula

Reovesi puhastatakse Pandivere Vesi OÜ-le kuuluvas seadmes ja juhitakse Põltsamaa jõkke. Väljalasu kood on LV731, ettevõtte kood LV0073.

Puhastusseadme projekteeris ja ehitas Piimatööstuse KT. Käiku anti see 1976. aastal. Esialgu kujutas seade endast kahte paralleelset MRP-1000 tüüpi rõngaspuhastit ja järelpuhastuseks mõeldud pajulodu. 2000. aastal toimunud rekonstrueerimise käigus puhastustehnoloogiat kaasajastati.

Käesoleval ajal juhitakse puhastusseadmesse reovett Väike-Maarja asulast ja asula serval paiknevast Loomsete Jäätmete Käitlemise tehasest. Seade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett 1 millimeetriste piludega trummelsõela abil. Järgnevalt juhitakse vesi eelsetitisse. Eelsetiti anaeroobsed tingimused on eelduseks fosfori bioloogilise ärastuse toimimisele. Järgnevad anoksiline ja aeroobne etapp. Neist esimeses toimub lämmastiku eraldamine veest denitrifikatsiooni abil ja teises nitrifikatsioon ning lõplik bioloogiline puhastus. Aeratsioonikambrisse on võimalik lisada fosfori täiendavaks ärastamiseks raua sooli. Järelsetitites eraldatakse veest aktiivmuda ja juhitakse vesi järelpuhastuseks pajulodusse. Aktiivmuda tagastatakse bioloogilisse puhastusse, liigmuda segatakse flokulandiga ja pressitakse. Pressitud mudasse lisatakse trummelsõelaga eraldatud sõelmed ja ladustatakse siis. Ladustatud muda sisaldab ka reovee poolt seadmesse kantud liiva. Komposteerimist ei toimu. Hinnanguliselt tekib reoveesetteid 60-70 t/aastas.

Pressitud muda proov võeti 25. augustil 2009. aastal. Proovivõtule eelnes üsna kuiv periood. Proovivõtu ajal oli selge sademeteta ilm. Õhu temperatuur oli öösel +8°C, päeval ulatus +18 kraadini. Kahest rõngaspuhastist töötas üks, teine oli tühjaks pumbatud. Aktiivmuda oli korraliku pruuni värvusega. Järelsetitite pind oli kaetud paksu mudakihi, mis viitab mudatagastushäiretele. Visuaalsel hinnangul ei olnud puhastusseadme töörežiim just kõige parem.

4.2.8. Põlvamaa

Põlva linn

Reovesi puhastatakse Põlva Vesi AS-le kuuluvas seadmes ja juhitakse seejärel Orajõkke. Väljalasu kood on PO118, ettevõtte kood PO0121.

Põlva reovesi moodustub olmes ja piima- ning lihatööstuse tehnoloogilistes protsessides. Piimakombinaadist juhitakse mõnikord seadmesse üsna kõikuva pH-ga reovett. Puhastusseade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett peapumpas asuva võre ja aereeritava liivapüünise abil. Käesoleval ajal liivapüünise aeratsioon ei tööta. Võrepraht ja liivapüünisesse kogunev liiv viiakse prügimäele. Mehhaanilisele puhastile järgneb ühtlustusmahuti, mille mahust Põlva Vee esindaja sõnul siiski ei piisa suuremate hüdrauliliste ja reostuskoormuse löökide vältimiseks. Bioloogiline puhastus algab fosfori eraldamiseks vajaliku anaeroobse kambriga. Järgneb lämmastiku eraldamine anoksilises kambris ja seejärel nitrifikatsioon ning orgaanilise aine kõrvaldamine aerotankis. Aerotanki on võimalik lisada fosfori täiendavaks eraldamiseks raua sooli ja vajadusel seda ka tehakse. Õhustus toimub kahe Celpox-tüüpi aeraatori ja peenmullaeraatori abil. Lahustunud hapniku tase on reguleeritud 1,5 kuni 2,5 mg/l peale. Aktiivmuda kontsentratsiooni hoitakse üsna kõrgel – 4 kuni 6 g/l. Muda eraldatakse veest järelsetititest, misjärel suunatakse vesi järelpuhastuseks biotiikidesse. Edaspidi on kavas biotiike ühtlustusmahutitena kasutama hakata ja heitvesi järelsetititest otse Orajõkke juhtida. Liigmuda tahendatakse kuivaine sisalduseni 2-4% ja suunatakse väljakutele. Väljakutelt on muda veetud heinamaadele ja teravilja alla põllule. Komposteerimist puhasti küllastamise ajal ei toimunud, kuid Põlva Vesi AS esindaja sõnul on töös eelprojekt, mille tulemusena plaanitakse 2010.a. sisse viia ka komposteerimine. Reoveesetteid tekkis 2008.a. 16800 tonni.

Muda proov võeti 2. juunil 2009. aastal. Proovivõtule eelnenud ajal oli üsna pikalt kuiva ilma pidanud. Ka 2. juuni ööl oli selge ja soe ilm. Õhu temperatuur ulatus +20 kraadini. Vastu hommikut tõmbus taevas pilve ja pärastrõunal sadas vahetevahel lühiajaliselt vähest vihma. Õhu temperatuur tõusis üle +20°C. Aktiivmuda oli aerotankides pruuni värvusega, järelsetitite pindadel ujus pisut lemmelit. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi. Mudaväljakute dreenaž oli ummistunud, nii et väljakud meenutasid pigem reoaine ja vee seguga täidetud tiike.

4.2.9. Pärnumaa

Häädemeeste asula

Reovesi puhastatakse Häädemeeste VK AS-le kuuluvas puhastusseadmes ja juhitakse seejärel merre. Ettevõtte kood on PM2031, väljalasu kood PM670.

Seadme projekteeris Merko Inseneriehituse AS, ehitajateks olid Entec ja TATU Mämmelä OY. Käiku anti seade 1998. aastal. See koosneb järgmistest sõlmedest: pumpla, vooluhulga

induktsioonmöödur, peenvõre-liivapüünis, eelsetiti, biorotor, kemikaalide dosaator, flokulatsioonikamber, aeratsioonikamber ja järelsetiti. Kemikaale seadmes ei kasutata, kuigi võimalus selleks on. Järelsetitis eraldatud muda tagastatakse õhktõstukite abil, puhastatud vesi juhitakse järelpuhastuseks taimestikpuhastisse ja sealt edasi merre. Jääkmuda eemaldatakse aeratsioonikambrist mudaväljakuteks nimetatavatesse tiikidesse, samasse suunatakse ka eelsetitis eraldatud sete. Aeg-ajalt tõstetakse muda tiikide põhjast välja. Puhastusseadme projekti kohaselt peaks jääkmuda tekkima 1,44 m³/d ja selle kuivaine sisaldus peaks olema 1%.

Aktiivmuda proov võeti 18. veebruaril 2009. aastal aeratsioonikambrist. Jääkmudast proovi ei saadud, sest mudaväljakuid oli alles sügisel tühjendatud ja nende põhja ei olnud veel märkimisväärsel hulgal setet kogunenud. Proovivõtu ajal oli valdavalt selge ja sademeteta ilm. Õhu temperatuur oli öösel -6, päeval -3°C. Rikke tõttu ei töötanud biorooror. Aerotankis oli aktiivmuda siiski ilusa pruuni värvusega, kuid visuaalsel hinnangul hõredavõitu. Taolist hõredat, aga üsna kvaliteetset aktiivmuda esineb tavaliselt neis seadmetes, kuhu juhitakse pinnasevee poolt tugevasti lahjendatud reovett, aga sellises koguses, et muda veel järelsetitist välja ei kandu. Järelsetiti pinnad olid kinni külmunud, nii et setitite seisundi kohta infot ei saadud.

Häädemeeste VK AS esindaja sõnul planeerivad hakata tulevikus ehitama kompostiväljakuid. Hetkel asi finantsressursside taga. Hinnanguliselt tekib muda 40 m³/aastas.

Pärnu linn

Reovesi puhastatakse Pärnu Vesi AS-le kuulavas puhastusseadmes ja juhitakse seejärel Pärnu lahte. Väljalasude kood on PL002, ettevõtte kood PL0672.

Puhastusseade koosneb mehhaanilise puhastuse osast ja kahest paralleelsest biopuhastuse liinist. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võrede, liivapüüniste ja eelsetitite abil. Võrepraht viiakse prügimäele, liiv muda kompostimise väljakule ja eelsetitites eraldunud sete läbi mudatihendusbasseinide ja tsentrifuugide samuti muda kompostimise väljakutele. Mehhaaniliselt puhastatud vesi juhitakse bioloogilisse puhastusse. Esimeseks astmeks on anaeroobne kamber, kuhu suunatakse ka tagastusmuda. See on vajalik reovees leiduva fosfori bioloogiliseks eraldamiseks. Järgneb aeroobne kamber, kus lisaks orgaanilise reoaine lagundamisele oksüdeeritakse lämmastikuühendid nitraadiks. Edasi tuleb anoksiline kamber, kus nitraadid taanduvad gaasiliseks lämmastikuks ja eralduvad reoveest. Neljandaks astmeks on teine aeroobne kamber, kus toimub lõplik bioloogiline puhastus. Aeroobsetes kambrites hoitakse lahustunud hapniku kontsentratsioon automaatika abil 2,5 mg/l lähedal. Puhastusseadmete juhataja hr. Roman Vaba sõnul tõuseb aeglase hapnikutarbimise tingimustes (talveti) lahustunud hapniku kontsentratsioon siiski etteantust palju kõrgemale. Nimelt ei saa aeratsiooni väga nõrgaks seada, sest siis settiks aktiivmuda aerotanki põhja ja puhastusprotsess lakkaks.

Aktiivmuda eraldatakse veest järelsetitites. Eelnevalt lisatakse vette veidi raua sooli. See parandab muda settivust ja eraldab täiendavalt vette jäänud fosforit.

Pärnu puhastusseadme jõudluseks on 20000 m³/d ja 7500 kg BHT₇/d. Veeloa alusel tuleb puhastusprotsessi käigus reoveest kõrvaldada 90% hõljuvainetest ja BHT-st, 70% lämmastikust ja 80% fosforist. Puhastist võib merre juhtida keskmiselt 25000 m³/d heitvett. mille reoainete maksimaalne sisaldus võib olla järgmine: hõljuvained 15 mg/l, BHT₇ 15 mg/l, KHT 125 mg/l, N üld 10 mg/l, P üld 1,0 mg/l. Heitvee maksimaalsed lubatud reostuskoormused on järgmised: hõljuvained 375 kg/d, BHT₇ 375 kg/d, N üld 249 kg/d ja P üld 24,9 kg/d. Tegelik koormuse vastavust jõudlusele ja väljavoolava heitvee vastavust veeloa nõuetele jälgib AS Pärnu Vesi regulaarselt. Vooluhulka mõõdetakse pidevalt liivapüüniste järel asuva Parshalli renni abil, mis on varustatud ultraheli-tasememõõtjaga. Vee proovide võtmiseks on puhasti sisse- ja väljavoolu paigutatud statsionaarsed proovivõtjad. Neist esimene asub Parshalli renni kõrval ja on seadistatud vooluhulgaga proportsionaalsele proovivõtule. Signaale osaproovide võtmiseks annab vooluhulga mõõtja. Mõlema liini väljavoolu paigaldatud proovivõtjad töötavad aegproportsionaalselt. Proovivõtu intervalliks on 20 minutit. Väljavooludest võetud proovid segatakse enne analüüsi vahekorras 1:1. Vee proove võetakse vähemali üks kord kuus. Kohalik puhastusseadmete labor määrab neis järgmisi näitajaid: hõljuvained, BHT, N üld, P üld, KHT(Cr), PO₄³⁻, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, elektrierijuhtivus, pH ja leelisus. Lisaks sellele võtab väljavoolust riikliku heitvee kontrollseise raames proove EKUK Pärnu labor.

Pärnu Vee poolt puhastusseadmete töö kontrollimiseks rakendatavad seadmed on väga head. Sellest lähtuvalt kasutas neid käesoleva töö tegemisel ka EKUK Tallinna labor. Kõik järgnevalt esitatud vooluhulga väärtused on saadud Pärnu Vesi AS mõõteriista abil ja kõik analüüsitud vee proovid on võetud Pärnu Veele kuuluvate statsionaarsete proovivõtjatega, sissevool siis vooluhulgaga proportsionaalselt ja väljavool aegproportsionaalselt.

Kuni 2009.a.-ni tegeles AS Pärnu Vesi ise oma territooriumil reoveesetete komposteerimisega. Alates aprillist 2009.a. anti reoveesette käitus üle Keskkonnanahoolduse OÜ-le, kes komposteerivad reoveesetteid koos turba, aiapäätmete ning põhuga. On proovitud ka erinevaid reoveesetete segusid tuha ning mullaga, eesmärgiga parandada komposti turustamise võimalusi.

Pärnu-Jaagupi asula

Reovesi puhastatakse Mako AS-le kuulavas seadmes ja juhitakse Elbu oja. Väljalasu kood on PM390, ettevõtte kood PM2229.

Puhastusseadme projekteeris Maaehitusprojekt, ehitaja ei ole teada. Seade valmis 1986. aastal. Vahepeal on seda soovitud rekonstrueerida, kuid tegudeni pole seni jõutud. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võre abil. Võrepraht veetakse prügilasse. Edasi suunatakse vesi Oxyd 180

tüüpi puhastisse. Oxyd on amortiseerunud, selle laudseinad on mädanenud, mistõttu aeratsiooni- ja setteamber ei olt teineteisest korralikult eraldatud. Nõuetekohase bioloogilise puhastusprotsessi tekkimist takistab ka pea-aegu pidev hüdrauliline ülekoormus. Nimelt on asula kanalisatsioonitrassid samuti amortiseerunud ja koguvad endasse rohkesti dremaaž- ja sademeveett. Aktiivmuda puhastisse ei teki, selles ringleb hallikasmust lahjendatud reovesi. Reoveesetet seadmest siiski eemaldatakse juhtides selle mudatiikidesse settima. Aeg-ajalt tõstetakse muda ekskavaatori abil tiikidest välja ja laotatakse puhasti lähedusse metsa alla. Järelsetitist väljuv vesi läbib biotiigid ja suunatakse siis kraavi kaudu ojja. Hetkel mingit komposteerimist ei toimu. Halinga vallal on töös projekt, mille järgi planeeritakse koos avatava jäätmejaamaga teha ka komposteerimisväljak, kus hakatakse kooskompostima biolagunevaid jäätmeid, haljastusjäätmeid ning reoveesetteid.

Tekkiva reoveesette hulga kohta andmed puuduvad. Puudus proovivõtmise võimalus.

Tõstamaa asula

Reovesi puhastatakse SuFe OÜ-le kuuluvas puhastusseadmes ja juhitakse seejärel merre. Ettevõtte kood on PM2101, väljalasu kood PM236.

Seadme projekteeris AS Biotek, ehitajaks oli AS Hüdromel. Käiku anti seade 1998. aastal. Puhastusseade koosneb mehhaanilise ja biopuhastuse osast ning järelpuhastuseks ette nähtud biotiikidest. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võre ja liivapüüniste abil. Biopuhastuse esimeseks etapiks on lämmastiku eraldamine denitrifikatsiooni teel. Seejärel juhitakse reovesi aerotanki, kus toimub orgaanilise reoaine kõrvaldamine. Samasse lisatakse fosfori kõrvaldamiseks plastämbriga raudsulfaadi lahust koguses 3 liitrit päevas. Aerotankist väljuv vesi juhitakse järelsetitisse, kus toimub aktiivmuda eraldamine puhastatud veest. Settinud mudast tagastatakse üks osa anoksü kambrisse, teine osa suunatakse jääkmudana mudasetituskaevu ja pumbatakse sealt perioodiliselt mudaväljakutele. Järelsetitist väljuv vesi juhitakse läbi biotiikide merre.

Muda proovid võeti 18. veebruaril 2009. aastal. Ilm oli valdavalt selge ja sademeteta. Õhu temperatuur oli öösel -6, päeval -3°C. Proovivõtule eelnenud öhtul oli rikke tõttu puhur seisma jäänud, nii et normaalset aktiivmuda proovi ei saadud võtta. Saamaks infot poolepäevase õhuta oleku tingimustes aktiivmuda elustikus toimuvate muutuste kohta võeti kopa abil järelsetiti põhjast siiski üks proov. Proovivõtu ajal tõusis setiti pinnale gaasi mulle, s.t. setitis olnud mudas oli alanud denitrifikatsiooniprotsess.

Jääkmuda proov võeti mudasetituskaevust väljuva pumbatoru otsast. Tekkivad mudakogused teadmata, ITK-le esitatakse andmeid juhuslikult.

4.2.10. Raplamaa

Järvakandi asula

Reovesi puhastatakse Järvakandi Kommunaal OÜ-le kuuluvas puhastusseadmes ja juhitakse seejärel Nurtu jõkke. Ettevõtte kood on RA0056 ja väljalasu kood RA004.

Seadmesse kogutakse reovett asulast ja purgimiskohast, viimastel aastatel on hakatud vastu võtma ka klaasitehase jahutusvett. Puhastusseade koosneb mehhaanilise ja biopuhastuse osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võre abil, liivapüümis puudub. Võrepraht veetakse prügilasse. Biopuhastus toimub endise Oxydi korpuse baasil rekonstrueeritud seadmes. Esimeseks puhastusastmeks on lämmastiku bioloogiliseks eraldamiseks ette nähtud anoksiline kamber. Sellele järgneb orgaaniliste reoainete oksüdeerimiseks ja lämmastiku nitrifitseerimiseks kasutatav ühe Celpox-aeraatoriga varustatud aeratsioonikamber. Fosfori ärastamist ei toimu. Aerotankist väljuv vesi juhitakse järelsetitisse, kus toimub aktiivmuda eraldamine puhastatud veest. Settinud muda tagastatakse aerotanki, jääkmuda suunatakse mudakaevu. Kui kaevu on piisavalt muda kogunud, siis käivitatakse mudapress, lisatakse väljapumbatavale jääkmudale flokulant ja pressitakse. Pressitud muda kogutakse kottidesse ja komposteeritakse soodsate ilmade ajal seadme territooriumil mudatiikide kõrval. Eraldi komposteerimisväljakuid ei ole. Reoveesetteid tekib hinnanguliselt 6,7 t/aastas.

Järelsetitist väljuv vesi juhitakse järelpuhastuseks biotiikidesse, sealt edasi serpetiintiiki ja lõpuks pika kraavi kaudu jõkke.

Muda proov võeti 1. detsembril 2009. aastal. Proovivõtule eelnesid soojad hoovihmadega sügispäevad. Ka proovivõtu ajal oli detsembri kohta soe ilm. Öhu temperatuur oli öösel +4, päeval +6 kraadi. Taevas oli pidevalt pilves, kuid vihma hakkas tibutama alles pärast mudaproovi võtmist. Aerotankis oli aktiivmuda pruuni värvusega, Celpox-aeraatoritele iseloomulikku mudase vahukihi tõusmist aerotanki pinnale ei esinenud. Järelsetiti pind oli osaliselt mudakihi kaetud. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade siiski üsna hästi. Puhastist väljuv vesi suunati otse serpetiintiiki, sest esimesi biotiike parajasti puhastati.

Kehtna asula

Reovesi puhastatakse Kehtna Elamu OÜ-le kuuluvas puhastusseadmes ja juhitakse seejärel Kuusiku jõkke. Väljalasu kood on RA015, ettevõtte kood RA0026.

Puhastusseade on uus ja ehitatud Euroliidu toetusel. Seadme projekteeris 2006. aastal SWECO, ehitajaks oli YIT Ehitus. Käiku anti seade 2007. aastal. Puhasti kujutab endast ringkanalit koos järelsetitiga. Ringkanal on varustatud automaatika abil reguleeritavate peenmullaeraatoritega, mis peavad lahustunud hapniku kontsentratsiooni hoidma aerotankis 2 mg/l lähedal. Järelsetitis pöörlev kaabits hoiab setiti põhja puhtana. Fosfori eraldamiseks on võimalik doseerida

seadmesse rauaühendite lahust. Seda siiski ei tehta, sest puhastusseadme valdaja sõnul jääb heitvee fosforisisaldus enamasti lubatud tasemest allapoole. Ringkanalist väljuv vesi juhitakse järelpuhastuseks biotiikidesse. Biotiigid on vanad ja neid ei ole juba aastaid puhastatud. Kehtna Elamu esindaja sõnul on ringkanalist väljuv vesi väga hea kvaliteediga, kuid biotiikide läbimisel reoainete sisaldus selles kasvab.

Puhastusseadmest eraldatav jääkmuda segatakse settivuse parandamiseks flokulandiga ja pressitakse lintpressi abil. Pressitud setted antakse käitlemiseks üle AS RagnSellsile, kes komposteerivad neid Rapla jäätmejaamas. Reoveesetteid tekkis hinnanguliselt 646 tonni.

Pressitud jääkmuda proov võeti 22. jaanuaril 2009. aastal. Proovivõtu ajal oli ilm pilves, sadas vähest lörtsi. Õhu temperatuur oli 0 kraadi lähikonnas. Puhastusseadmes oli aktiivmuda ilusa pruuni värvusega, järelsetiti pind oli puhas. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade hästi.

Märjamaa asula

Reovesi puhastatakse Matsalu Veevärk AS-le kuuluvas puhastusseadmes ja juhitakse seejärel Kasari jõe ääres paiknevasse Lemmiku sohu. Väljalasude kood on RA002, ettevõtte kood RA0268. Seadme projekteeris 2007. aastal AS Biotek, ehitajaks oli AS Terrat. Puhastusseade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett liivapüünise ja võre abil. Võrepraht ja liiv veetakse prügilasse. Bioloogiline puhastus toimub endise MRP-1000 korpuses, mis on laudvaheseintega eraldatud kambriteks. Esimeseks etapiks on lämmastiku bioloogiline ärastus. Seejärel juhitakse reovesi aerotanki, kus toimub orgaanilise reoaine kõrvaldamine. Aerotank on varustatud automaatika abil reguleeritava aeraatoriga, mis hoiab lahustunud hapniku kontsentratsiooni stabiilsena. Fosfori ärastamiseks doseeritakse vette raudsulfaadi lahust. Aerotankist väljuv vesi juhitakse järelsetitisse, mis paikneb puhasti keskel (nagu see ka algses MRP-s oli). Selles toimub aktiivmuda eraldamine puhastatud veest. Tagastusmuda suunatakse biopuhastuse algusesse, jääkmudale lisatakse kohe flokulant ja pressitakse. Seade on varustatud ka mudatihendajaga, kuid seda ei kasutata. Pressitud muda ladustatakse platsile, komposti sellest ei valmistata. Järelsetitist väljuv heitvesi juhitakse sohu. Reoveesetteid tekib hinnanguliselt 200 m³/aastas.

Jääkmuda proov võeti mudaväljakult 4. märtsil 2010. aastal. Proovivõtule eelnes pikk külmaperiood. Proovivõtu ajal oli pilves hootiste lumesadudega ilm. Õhu temperatuur oli öösel -5, päeval -2 kraadi. Maapinda kattis paks üsna koheva lume kiht. Aktiivmuda oli puhastusseadme aeratsioonikambris pruuni värvusega. Järelsetiti pind oli osaliselt jäätunud, muda pinnale kerkimist ei täheldatud. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi.

Rapla linn

Reovesi puhastatakse Rapla Vesi AS-le kuuluvas puhastusseadmes ja juhitakse seejärel Vigala jõkke. Väljalasu kood on RA001, ettevõtte kood RA0658.

Puhastusseade koosneb mehhaanilise puhastuse osast ja aerotankidest biopuhastuse läbiviimiseks. Aerotankid on varustatud automaatika abil reguleeritavate aeraatoritega, mis peavad lahustunud hapniku kontsentratsiooni hoidma vahemikus 0,8-1,2 mg/l. Rapla Vesi AS esindaja sõnul tõuseb aeglase hapnikutarbimise tingimustes (talveti) hapnikusisaldus mõnikord kuni 2 milligrammini liitris. Fosfori eraldamiseks doseeritakse seadmesse rauaühendi $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ lahust. Puhastusseadmest eraldatav jääkmuda pressitakse. Pressitud setted antakse käitlemiseks üle AS RagnSellsile, kes komposteerivad neid Rapla jäätmejaamas. Aerotankitest väljuv vesi juhitakse järelpuhastuseks biotiikidesse. Reoveesetteid tekkis 2008.a. hinnanguliselt 859 tonni. Pressitud jääkmuda proov võeti 22. jaanuaril 2009. aastal. Proovivõtu ajal oli ilm pilves, sadas vähest lörtsi. Õhu temperatuur oli 0 kraadi lähikonnas. Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade hästi.

Salutaguse pärmitehas

Reovesi puhastatakse Salutaguse Pärmitehas AS-le kuuluvas puhastusseadmes ja juhitakse seejärel Keila jõkke. Väljalasu kood on RA094, ettevõtte kood RA0127

Salutaguse pärmitööstuse reoveed jagunevad separeerimis- ning tootmise-pesuveteks. Separeerimisvesi suunatakse läbi kahe puhvermahuti vaakumaurustisse, mille tulemusena tekib nn. vinass (aurutatud pärmi kasvukeskkond) ning kondensvesi, mis läheb korduskasutusse. Saadud vinassi võib edaspidi kasutada betaiini tootmise toorainena (sisaldus kuni 20%). Tootmis- ning pesuveed juhitakse "Tamen" ühtlustusmahutisse, kuhu vajadusel suunatakse ka separeerimisvett biogaasi tootmise efektiivsuse suurendamiseks. Nimetatud ühtlustusmahutist juhitakse reovesi edasi kahte paralleelsesse anaeroobsesse reaktorisse, kus toimub metaankääritamine. Samuti juhitakse anaeroobsesse reaktorisse ka osa anoksilise reaktori jääkaktiivmudast. Anaeroobsesetele reaktoritele järgnevad selitid, kust osa jääkaktiivmudast suunatakse tagasi anaeroobsesse reaktorisse, vesi aga edasi anoksilisse reaktorisse. Anoksilises reaktoris toimub sulfiidide ning lämmastiku ärastus. Järgneb seliti, millest vesi suunatakse edasi "Nopon" difuuseritega varustatud aeraatorisse, muda aga tagasi ühtlustusmahutisse. Järgnevad annuspuhasti kogumismahuti, "SBR" aerotankid ning biotiigid. See puhastuprotsessi osa on vajalik KHT väärtuste alandamiseks. Puhastatud reovesi suunatakse toru kaudu Keila jõkke.

Reoveesette tihendamiseks on plaanis kasutusele võtta lintpress. Tihendatud liigmuda ladustatakse tehase territooriumil.

4.2.11. Saaremaa

Kuressaare linn

Reovesi puhastatakse Kuressaare Veevärk AS-le kuuluvas puhastusseadmes ja juhitakse seejärel merre. Väljalasu kood on SA013, ettevõtte kood SA0201.

Puhastusseade koosneb mehhaanilise puhastuse osast ja kahest paralleelsest biopuhastuse liinist. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võrede, liivapiüüniste ja liivaseparaatori abil. Edasi juhitakse vesi bioloogilisse puhastusse. Esimeseks astmeks on anaeroobne kamber. See on vajalik reovees leiduva fosfori bioloogiliseks sidumiseks aktiivmuda poolt. Ühtlasi täidab anaeroobne kamber ka eelseti rolli. Järgneb anoksiline kamber, kuhu tagastatakse nitraadirikast vett puhastusprotsessi lõpuosast. Õhupuuduse tingimustes taanduvad nitraadid gaasiliseks lämmastikuks ja eralduvad reoveest. Edasi juhitakse vesi aerotankidesse, kus toimub lõplik bioloogiline puhastus. Kumbki aerotank on vaheseinaga pikisuunas pooleks jagatud. Aerotankides hoitakse lahustunud hapniku kontsentratsioon automaatika abil 3,5 mg/l lähedal. Aeglase hapnikutarbimise tingimustes (talveti) tõuseb lahustunud hapniku kontsentratsioon mõnikord etteantust siiski kõrgemale. Aktiivmuda eraldatakse veest järelsetitites. Osa sellest tagastatakse bioloogilise puhastuse algusesse (anaeroobsesse kambrisse), liigmuda suunatakse muda stabilisaatorisse. Viimases hoitakse lahustunud hapniku sisaldus 5 mg/l piires. Stabiliseerimine peaks ära hoidma muda haisemise. Stabiliseeritud muda suunatakse mudatihendajasse ja seejärel tsentrifuugi. Fuugitud muda antakse üle Eesti Kompostile, kes komposteerivad reoveesetteid koos põhu, saepuru, turba ja aiajäätmetega. Järelsetititest väljuv vesi juhitakse merre.

2009.a. oktoobris-novembris peaks valmima Kuressaare reoveepuhastil reoveesetete anaeroobse kääritamise reaktor. Kuressaare Veevärk AS kavatses hakata tootma linna reovee jääkmudast soojusenergiat ja elektrit, millega ühtlasi lahendatakse linnakodanikes rahulolematust tekitanud haisuprobleem. Reoveepuhastusjaama juhataja hr. Robert Mälgu sõnul hakatakse biogaasi tootma mitte ainult linna reoveest tekkinud jääkmudast, vaid kogu maakonna biotiikide ja väikepuhastite jääkmudast, samuti rasvapüüdurite jäätmetest, kalajäätmetest ja juustuvadakust. Kuressaare puhastusseadme jõudluseks on 5000 m³/d ja 28300 inimekvivalenti. Arvestades inimekvivalendi suuruseks 60 g BHT₇/d saab reostuskoormuse järgi jõudluseks ca 1700 kg BHT₇/d. Veeloa alusel tuleb puhastusprotsessi käigus reoveest kõrvaldada 90% hõljuvainetest ja BHT-st, 70% lämmastikust ja 80% fosforist. Puhastist võib merre juhtida ööpäevas keskmiselt 8800 m³ heitvett järgmiste maksimaalsete reoainete sisaldusega: hõljuvained 15 mg/l, BHT₇ 15 mg/l, N üld 15 mg/l, P üld 1,0 mg/l. Heitvee maksimaalsed lubatud reostuskoormused on järgmised: hõljuvained 108,5 kg/d, BHT₇ 108,5 kg/d, N üld 108,5 kg/d ja P üld 7,23 kg/d. Tegelik koormuse vastavust jõudlusele ja väljavoolava heitvee vastavust veeloa nõuetele jälgib Kuressaare Veevärk regulaarselt. Vooluhulka mõõdetakse pidevalt ultraheli-tasememõõtjaga

varustatud Venturi renni abil. Vee proove võetakse kaasaskantavate proovivõtjate abil. Vesi analüüsitakse Kuressaares asuvas Saaremaa Veterinaar- ja Toidulaboratooriumis või Tallinna Tervisekaitse Kesklaboris. Analüüsitakse heitvee üldnäitajaid, naftaproduktide ja raskemetallide sisaldust. Lisaks sellele võtab riikliku heitvee kontrollseire raames puhastil proove Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ Pärnu osakond.

Puhastusseadmete töö kontrollimiseks rakendatav Venturi renn on kõrge täpsusklassiga. Sellest lähtuvalt kasutas selle abil saadud vooluhulga väärtusi käesoleva töö tegemisel ka EKUK Tallinna labor. Proovid võeti EKUK kaasaskantavate proovivõtjatega, mis haarasid iga 15 minuti tagant väikese koguse heit- või reovett ja segasid saadud portsjonitest ööpäevased proovid.

Läätsa reoveepuhasti

Reovesi puhastatakse Kuressaare Veevärk AS-le kuuluvas puhastusseadmes ja juhitakse seejärel Riia lahte. Väljalasu kood on SA057, ettevõtte kood SA1401.

Läätsa puhastusseadmesse juhitakse reovett Nasva, Salme ja Läätsa asulast ning Mändjalas asuvatest suvitusrajatistest. Nasval ja Läätsal paiknevatest kalakombinaatidest satub reovette palju rasva. Puhastusseadme omanik on Kuressaare Veevärk ja seda haldab (teenindab) Salme vallale kuuluv ettevõtte Salme SVK OÜ. Puhastusseade koosneb ANNOX-osast, mis on ette nähtud lämmastiku eraldamiseks reoveest, kaheosalisest aerotankist, järelsetitist ja biotiikidest. Seadme haldaja sõnul on aeraatorid liiga nõrgad ja korraliku puhastuse tagamiseks aereeritakse ka ANNOX-kambrit. Ühel kahest aerotankist on õhustus nõrk ja sinna juhitakse vähem reovett kui parema õhustusega aerotanki. Fosfori ärastamiseks doseeritakse puhastusseadmesse raua soolasid. Jääkmuda tihendatakse mudatihendajas ja pumbatakse kolmele mudaväljakule. Mudaväljakuid pole mitu aastat tühjendatud. Loodavad saada mudapressi. Hinnanguliselt tekib reoveesetteid 200 m³/aastas.

Jääkmuda proov võeti 29. jaanuaril 2009. aastal mudaväljakult vahetult mudatihendaja väljavoolu juurest. Proovivõtu ajal oli hõreda pilvitusega sademeteta ilm. Õhu temperatuur oli pisut alla 0° C. Aktiivmuda oli ilusa pruuni värvusega, järelsetiti pind puhas. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade hästi.

Orissaare asula

Reovesi puhastatakse Orissaare Soojus OÜ-le kuuluvas puhastusseadmes ja juhitakse seejärel merre. Väljalasu kood on SA049, ettevõtte kood SA1101.

Seadme projekteeris 1996. aastal AS Biotek, ehitajaks oli OÜ Ores Ehitus. Käiku anti seade 1997. aastal. Puhastusseade koosneb pumpla ette paigutatud võrest ja biopuhastuse osast. Biopuhastuse esimeseks etapiks on fosfori ja lämmastiku bioloogiline ärastus anaeroobses

kambris. Seejärel juhitakse reovesi aerotanki, kus toimub orgaanilise reoaine kõrvaldamine. Aerotank on varustatud automaatika abil reguleeritava aeraatoriga, mis peaks lahustunud hapniku kontsentratsiooni hoidma 2,5 mg/l ümbruses. Aerotankist väljuv vesi juhitakse järelsetitisse, kus toimub aktiivmuda eraldamine puhastatud veest. Järelsetitist väljuv vesi juhitakse järelpuhastuseks biotiikidesse ja sealt merre.

Settinud muda tagastatakse anaeroobsesse kambrisse, jääkmuda suunatakse mudatihendajasse ja sealt edasi mudaväljakutele. Osa reoveesetetest komposteeritakse koos saepuru ja turbaga, mõningad kogused antakse üle OÜ Eesti Kompostile Kuressaarde komposteerimisele. Hinnanguliselt tekib reoveesetteid 400 m³/aastas.

Jääkmuda proov võeti 29. jaanuaril 2009. aastal mudatihendaja väljavoolust. Proovivõtu ajal oli hõreda pilvitusega sademeteta ilm. Õhu temperatuur oli pisut alla 0 kraadi. Lahustunud hapniku sisaldust reguleeriv automaatika oli rikkis, mistõttu aeratsiooni intensiivsus oli käsitsi paika pandud. Aerotankis oli aktiivmuda ilusa pruuni värvusega, mis näitab seadme head tööd. Järelsetiti pinnal oli õhuke muda kiht – seega võis esineda mudatagastushäireid.

4.2.12. Tartumaa

Elva linn

Reovesi puhastatakse ettevõttele Aqua & Waste Service OÜ-le kuuluvas puhastusseadmes ja juhitakse seejärel Käo-Kingissepa oja. Ettevõtte kood on TM0001 ja väljalasu kood TM050.

Puhastusseade koosneb mehhaanilise ja biopuhastuse osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võre ja liivapüünise abil ja suunatakse siis ühtlustusbasseini. Edasine puhastus toimub kolmest osast koosnevas aerotankis. Esimene kamber on anaeroobne ja sinna suunatakse lisaks reoveele ka tagastusmuda. See kamber on vajalik reovees leiduva fosfori bioloogiliseks eraldamiseks. Järgmises, anoksilises kambris toimub nitraatide taandamine gaasiliseks lämmastikuks. Viimases, aeratsioonikambris kõrvaldatakse orgaaniline reoaine ja oksüdeeritakse reovees leiduvad lämmastikuühendid nitraadiks. Puhastusprotsessi on võimalik lisada fosfori keemiliseks eemaldamiseks raua sooli, kuid seda ei tehta, sest fosfori bioloogiline ärastus toimub piisavalt tõhusalt. Aerotankist väljuv vesi juhitakse järelsetitisse, kus toimub aktiivmuda eraldamine puhastatud veest. Settinud muda tagastatakse aerotanki, jääkmuda suunatakse ilma tihendamata ja flokulanti lisamata mudaväljakutele. Sinna jõuab ka võre ja liivapüünise abil eraldatud reoaine. Mudaväljakud on varustatud dreanaažiga eraldunud vee eemaldamiseks, kuid see ummistub kergesti. Seetõttu meenutavad mudaväljakud pigem reoainega täidetud basseine. Mingit edasist muda töötlemist ei toimu ja puhasti valdajad ei oska väljakutele kogutava liigmudaga mitte midagi ette võtta. Järelsetitist väljuv vesi juhitakse otse jõkke. Puhastusseadmete koosseisu kuulub ka 2 biotiiki, kuid neid kasutatakse ainult kõrgvee

perioodidel. Siis juhitakse sinna puhastist mööda liigne reovesi, et vältida puhastusseadme hüdraulilist ülekoormust. Reoveesette kogused teadmata.

Muda proov võeti 28. aprillil 2009. aastal. Proovivõtu eel oli pikalt kuiva ilma hoidnud. Ka proovivõtu päeval oli selge sademeteta ilm. Õhu temperatuur oli +22 kraadi. Aerotankis oli aktiivmuda üsna ilusa pruuni värvusega, järelsetiti pind oli puhas. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi.

Valio Eesti AS, Laeva meierei

Laeva meiereis tekkiv reovesi puhastatakse ettevõttele kuuluvas puhastusseadmes ja juhitakse seejärel Laeva jõkke. Ettevõtte kood on TM607 ja väljalasu kood TM300

Seade on projekteeritud ja käiku antud 1995. aastal. 2003. aastal renoveeriti seadet. Käesoleval ajal koosneb puhastusseade mehhaanilise ja biopuhastuse osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett kõigepealt võre abil ja suunatakse siis flotaatorisse. Flotatsiooni edukaks toimimiseks nihutatakse reovee pH eelnevalt NaOH abil leeliselisuse suunas ja lisatakse rauasooladest ja polümeerist koosnev flotoreagent. Flotaatori pinnale tõusev reoaine kiht eemaldatakse kaabitsate abil ja juhitakse muda lattu. Mehhaaniliselt puhastatud reovesi liigub esimesse aerotanki. See koosneb fosfori bioloogiliseks ärastamiseks vajalikust anaeroobsest osast, lämmastiku eraldamiseks kasutatavast anoksilisest kambrit ja lõpuks orgaanilise reoaine kõrvaldamiseks ja lämmastiku nitrifitseerimiseks vajalikust õhustuskambrit. Järgneb kahest paralleelsest liinist koosnev teine aerotank. Kumbki liin on kaheosaline sisaldades anoksilist ja seejärel aeroobset kambrit. Aktiivmuda eraldatakse puhastatud reoveest järelsetitites. Üks osa sellest tagastatakse aerotanki algusesse, teine osa jõuab liigmudana muda lattu. Seal lisatakse liigmudale flokulant ja pressitakse. Pressitud muda veetakse kompostimiseks endisest kolhoosi silohoidlast kohandatud väljakutele. Järelsetitist väljuv vesi juhitakse järelpuhastuseks biotiiki ja seal edasi kraavide kaudu jõkke.

AS Valio veespetsialisti sõnul on peamiseks puhastusseadme tööd häirivaks teguriks ülekoormus. Seade projekteeriti ja ehitati siis, kui meiereis tekkis reovett 270-280 m³/d. Käesolevaks ajaks on toodangu maht tõusnud ja tekkiva reovee hulk ulatub ajuti kuni 500 kuupmeetri ni ööpäevas. Õhustuskambrites püütakse lahustunud hapniku sisaldust hoida 3 mg/l ringis, kuid ülekoormuse tõttu seda ei suudeta. Eriti halb on esimese aerotanki seisund, mille maht on praeguse koormuse jaoks selgelt liiga väike. Probleemi lahendamiseks on kavas uuesti kasutusele võtta vana ringkanal. Aprillis paigutati sellesse juba aeraatoreid.

Teise probleemina teeb puhastusseadmete personalile muret aerotanki juhitava reovee liiga kõrge pH. See muudab aktiivmuda halvastisettivaks, mistõttu muda kandub järelsetititest kergesti biotiiki. Biotiigi põhja settinud muda kipub roiskuma ja rikub sellega tiigist väljuva vee

kvaliteeti. Kuna flotaatori efektiivse töö nimel on vajalik sinna juhitava reovee pH tõstmine, siis on ainsaks võimaluseks pH-d enne aerotanki juhtimist happe lisamise teel uuesti langetada. Reaktiivid on paraku kallid ja meiereil napib vahendeid nende ostmiseks.

Kolmandaks seadme eksploateerimisel esile tulevaks probleemiks on flotaatori ees asuva pH-meetri sissevoolutorude sagedane ummistumine piimarasva ja/või kohupiimaga. Vältimaks väär pH-ga reovee sattumist flotaatorisse tuleb ummistused õigeaegselt avastada ja likvideerida. Kaugema lahendusena näeb Valio veespetsialist efektiivse mehhaanilise võre paigaldamist flotaatori ette. Praegune võre on liiga jäme, nõuab käsitsi puhastamist ja ummistub tihti.

Laeva meierei reoveesette proovid võeti 28. aprillil 2009. aastal. Proovivõtu eel oli pikalt kuiva ilma hoidnud. Ka proovivõtu päeval oli selge sademeteta ilm. Õhu temperatuur oli +22 kraadi. Esimene aerotank oli täidetud halli reoveega, normaalne aktiivmuda puudus. Seadmele paigaldatud statsionaarne hapnikumõõtur näitas 0 mg/l. Teise aerotanki mõlemas liinis oli pleekinud pruuni tooniga aktiivmuda sees. Ühes liinis näitas hapnikumõõtur 1,5 mg/l, teises 0,5 mg/l. Järelsetitite pinnad olid kaetud paksu mudakihiga. Visuaalse hinnangu kohaselt oli puhastusseadme töörežiim kesine.

Nõo asula

Reovesi puhastatakse Nõo Veevärgile kuuluvas puhastusseadmes ja juhitakse seejärel ojja. Ettevõtte kood on TM1000 ja väljalasu kood TM500.

Seadme projekteeris 2000. aastal AS Kobras, ehitajaks oli OÜ Eesti Ehitus. Käiku anti seade 2003. aastal. Puhastusseadmesse juhitakse nii olmes kui ka tootmises (vaibapesu, lihatööstus, kondiitritoodete valmistamine) tekkiv reovesi. Puhastusseade koosneb mehhaanilise ja biopuhastuse osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võre ja liivapüünise abil. Eraldatud reoained viiakse prügimäele. Biopuhastus toimub Celpox-aeraatoriga varustatud aerotankis, kuhu lisatakse fosfori ärastamiseks raua sooli. Lämmastiku eraldamist ei ole ette nähtud. Aerotank on varustatud hapnikumõõturiga, kuid lahustunud hapniku kontsentratsiooni püsivaks ühel tasemel hoidmiseks vajalik automaatika puudub. Aerotankist väljuv vesi juhitakse järelsetitisse, kus toimub aktiivmuda eraldamine puhastatud veest. Settinud muda tagastatakse aerotanki, jääkmuda suunatakse mudatihendajasse. Seejärel lisatakse jääkmudale flokulant ja pressitakse. Pressitud muda veetakse Tartusse. Järelsetitist väljuv vesi juhitakse järelpuhastuseks biotiikidesse ja sealt edasi Nõo ojja.

Nõo Veevärgi esindaja sõnul on peamiseks puhastusseadme tööd häirivaks teguriks sademevee tungimine kanalisatsiooni, mis põhjustab veerohkel ajal seadme hüdraulilist ülekoormust. Edaspidi kavatakse puhastusseadet laiendada tõstes nii hüdraulilist kui ka BHT-jõudlust.

Ehitatakse uus suurem aerotank (koos järelsetitiga), kuhu paigaldatakse 2 Celpox aeraatorit. Praegu kasutusel olev aerotank jäetakse ühtlustusbasseiniks.

Muda proov võeti 28. aprillil 2009. aastal. Proovivõtu eel oli pikalt kuiva ilma hoidnud. Ka proovivõtu päeval oli selge sademeteta ilm. Õhu temperatuur oli +22 kraadi. Aerotankis oli aktiivmuda ilusa pruuni värvusega, järelsetiti pind oli puhas. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi. Reoveesetteid tekkis 2008.a. 2322 tonni.

Rannu asula

Reovesi puhastatakse AS Emajõe Veevärk Opereerimine poolt hallatavas seadmes ja juhitakse seejärel Konguta peakraavi kaudu Võrtsjärve. Väljalasus kood on TM650, ettevõtte kood TM1300.

Rannu reoveepuhasti Veeminc A772 projekteeriti ja ehitati Veemaailm INC OÜ poolt. Käiku anti see 2001. aastal. Seade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniline puhastus toimub treppvõre abil. Võrepraht läbib hüdropressi ja veetakse prügilasse. Bioloogiline puhastus toimub aerotankis. Aerotanki lisatakse fosfori kõrvaldamiseks raua sooli. Lahustunud hapniku tase on ca 4 mg/l. Muda eraldatakse veest järelsetitites, misjärel vesi juhitakse järelpuhastuseks biotiikidesse ja neist edasi kraavi. Liigmuda tihendatakse mudatihenduskaevus ja suunatakse mudaväljakule. Aeg-ajalt tõstetakse seda kopaga välja ja veetakse kompostimisele. Reoveesette kogused teadmata.

Muda proov võeti 3. juunil 2009. aastal. Proovivõtule eelnenud ajal oli üsna pikalt kuiva ilma pidanud. 2. juuni pärastlõunal läks taevast pilve ja aeg-ajalt tuli üksikuid vihmahoogusid. Kui veel 2. juunil ületas õhu temperatuur +20°C, siis öösel vastu 3. juunit toimus järsk jahenemine. Õhusooja oli siis ainult 8-10 kraadi ja 3. juuni päeval 12-16 kraadi. Aktiivmuda oli proovivõtu ajal aerotankides pruuni värvusega, järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi.

Tartu linn

Reovesi suunatakse puhastusseadmesse kahe kollektori kaudu. Neist ühes on vesi Tähe tänava piirkonnast ja teises ülejäänud Tartu linnast. Puhastusseade kuulub Tartu Veevärk AS-le, heitvesi juhitakse sellest Emajõkke. Väljalasus kood on TA001, ettevõtte kood TA0006.

Reovee mehhaaniline puhastus toimub võrede, liivapüüniste ja eelsetitite abil. Tähe tänava ja ülejäänud Tartu reovee jaoks on eraldi võred. Võrepraht viiakse prügimäele, liivapüünistes eraldunud liiva kasutatakse puhasti territooriumil täitematerjalina. Eelsetiteid on 2. Biopuhastuse alakoormuse tõttu juhitakse neist läbi ainult ca 50% reoveest. Teine pool reoveest suunatakse otse biopuhastusse püüdes niimoodi tõsta biopuhastuse koormust. Eelsetititesse pumbatakse ka

osa liigmudast saavutamaks sellega fosfori paremat ärastamist. Eelsetititest väljuv vesi juhitakse biopuhastusse, sete mudatihendajasse. Esimeseks biopuhastuse astmeks on anaeroobsed kambrid. Need on vajalikud reovees leiduva fosfori bioloogiliseks eraldamiseks. Järgmiseks astmeks on anoksilised kambrid, kuhu juhitakse lisaks puhastatavale veele ka aerotankide lõpust nitraadirikast vee ja aktiivmuda segu. Õhupuudusel taanduvad nitraadid gaasiliseks lämmastikuks ja eralduvad reoveest vähendades sellega vee lämmastikuisaldust. Protsessi tõhususe suurendamiseks doseeritakse vette metanooli. Edasi tulevad aerotankid, kus toimub lõplik bioloogiline puhastus. Need on varustatud peenmullaeraatoritega, mille aeratsiooni intensiivsust reguleeritakse automaatika abil nii, et lahustunud hapniku kontsentratsioon püsiks 2,0-2,5 mg/l piires. Lisaks sellele töötavad aerotankides Celpox-eraatorid, mille aeratsiooni intensiivsust ei saa reguleerida. Seetõttu võib aeglase hapnikutarbimise tingimustes (näiteks talveti) lahustunud hapniku kontsentratsioon etteantust palju kõrgemale tõusta. Fosfori täiendavaks ärastamiseks on võimalik vette lisada raua sooli, kuid bioloogilise fosforiärastuse kõrge efektiivsuse tõttu reeglina seda ei tehta. Aktiivmuda eraldatakse veest järelsetitites. Osa sellest tagastatakse biopuhastuse algusetappi (anaeroobsesse kambrisse), teine osa eelsetititesse ja ülejäänud suunatakse pärast flokulandiga segamist mudatihendajasse. Kasutatakse orgaanilist flokulanti. Tihendatud muda pressitakse ja viiakse siis kompostimise väljakutele. Reoveesetteid kompostitakse koos turba, puulaastude, aiajätmete jne-ga.

AS Tartu Veevõrk plaanib ehitada 2011.a. suveks reoveesette anaeroobse kääritamise reaktori. Tekkivast biogaasist saadav energia kasutatakse ära omatarbeks. Lisaks Tartu reoveepuhasti reoveesetetele kasutatakse metaankääritamise substraadina ka biolagunevaid jäätmeid (ca 30% mahust). Rahastust bioreaktori ehitamiseks küsiti Euroopa Liidu Ühtekuuluvusfondist.

Tartu reoveepuhasti õhustuskamber on väikesemahuline. Piisava BHT-jõudluse tagamiseks hoitakse aktiivmuda kontsentratsioon kõrge - tasemel 6 g/l. Niisugune muda on halvasti settiv ja võib kergesti järelsetititest välja kanduda. Taoliste juhtude jaoks on seade varustatud vaakumtornidega, milles on võimalik saavutada atmosfääri suhtes alarõhku kuni 0,8 atmosfääri. Neis tingimustes suurenevad mudahelvestega seotud gaasimullid mitmekordseks ja pääsevad helveste küljest lahti. See parandab muda settivust. Puhastusseadmete töötajad usuvad, et settimise paranemisele võib kaasa aidata ka gaasimulle sisaldavate bakterirakkude kestade lõhkemine ja gaasi väljumine neist. Samas on puhastusseadme töötajad täheldanud, et pika viibeaaja tingimustes koguvad mudahelbed järelsetitites endasse uuesti denitrifikatsioonil tekkivat gaasi, mis nullib vaakumtornide efekti. Kuna vaakumtornid on varustatud väga võimsate mootoritega, mis tarbivad palju elektrienergiat, ja settivuse parandamise efekt jääb lõppkokkuvõttes tühi, siis neid tavaliselt ei kasutata.

Tartu puhastusseadme hüdrauliliseks jõudluseks on puhasti valdaja esindaja hr. Toomiste sõnul pärast rekonstrueerimist kuni 25000 m³/d. Uut BHT-jõudlust ei ole pärast rekonstrueerimist arvatud. Hr. Toomiste sõnul ei ole selleks vajadust. On teada, et seadme tegelik BHT-koormus moodustab vaid tühise murdosa BHT-jõudlusest ja ei ületa jõudlust ka äärmuslike tingimuste korral.

Veeloa alusel võib puhastist jökke juhtida keskmiselt 26200 m³/d heitvett, mille reoainete maksimaalne sisaldus võib olla järgmine: hõljuvained 15 mg/l, BHT₇ 15 mg/l, KHT 125 mg/l, N üld 10 mg/l, P üld 1,0 mg/l. Tegeliku koormuse vastavust jõudlusele ja väljavoolava heitvee vastavust veeloa nõuetele jälgib AS Tartu Veevärk omaseire käigus. Vooluhulka mõõdetakse puhasti sissevoolus pidevalt. Vee proovide võtmiseks on puhasti sisse- ja väljavoolus statsionaarsed proovivõtjad. Üldnäitajaid ja naftaprodukte analüüsitakse vähemalt 1 kord nädalas, raskemetalle 1 kord kvartalis. Lisaks sellele võetakse väljavoolust proove ka riikliku heitvee kontrollseire raames.

Tartu Veevärgi poolt puhastusseadmete töö kontrollimiseks rakendatavad seadmed on väga head. Sellest lähtuvalt kasutas neid käesoleva töö tegemisel ka EKUK Tallinna labor. Kõik järgnevalt esitatud vooluhulga väärtused on saadud Tartu Veevärk AS mõõteriista abil, veeproovid on enamasti võetud Tartu Veevärgi proovivõtjatega.

4.2.13. Valgamaa

Otepää linn

Reovesi puhastatakse Otepää Veevärk AS-le kuuluvas seadmes ja juhitakse seejärel Kaarnaolja. Väljalasu kood on VA104, ettevõtte kood VA0655.

Otepää reovesi puhastatakse esmalt mehhaaniliselt võre ja liivapüünise abil. Võrepraht viiakse prügilasse, liiv kasutatakse kohapeal täitepinnaasena. Bioloogiline puhastus toimub aerotankis. Aerotanki lisatakse fosfori kõrvaldamiseks raua sooli. Lahustunud hapniku tase hoitakse automaatika abil 1-2 mg/l peal. Aeg-ajalt lülitub õhustus välja. Kohapeal ei õnnestunud välja selgitada, kas selle eesmärgiks on lämmastiku eemaldamine denitrifikatsiooni abil või tõuseb madala koormuse ajal lahustunud hapniku sisaldus niivõrd kõrgeks, et automaatika reageerib sellele aeraatorite täieliku seiskamisega. Muda eraldatakse veest järelsetitites, misjärel vesi suunatakse järelpuhastuseks biotiikidesse ja neist edasi ojja. Liigmudale lisatakse flokulant, pressitakse ja veetakse mudaväljakule. Reoveesetteid tekkis 2008.a. 320 tonni.

Puhastusseade on varustatud vooluhulga mõõtjaga ja automaatproovivõtjatega koormuste kontrollimiseks. Seadme konstruktsiooni peamiseks puuduseks loeb valdaja asjaolu, et järelsetitist pumbatakse liigmuda ära kõrgemalt kui tagastusmuda. Liigmuda kõrvaldamise ajaks

tuleb tagastusmuda pump seisatada. Vastasel korral jääb liigmuda kuivaine sisaldus väga väikeseks.

Muda proov võeti 2. juunil 2009. aastal. Proovivõtule eelnenud ajal oli üsna pikalt kuiva ilma pidanud. Ka 2. juuni ööl oli selge ja soe ilm. Õhu temperatuur ulatus +20 kraadini. Vastu hommikut tõmbus taevast pilve ja pärastrõunal sadas vahetevahel lühiajaliselt vähest vihma. Õhu temperatuur tõusis üle +20°C. Aktiivmuda oli aerotankides pruuni värvusega, järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi.

Valga linn

Reovesi puhastatakse As Valga Vesi poolt opereeritavas seadmes ja juhitakse seejärel Pedeli jõkke. Väljalasu kood on VA002, ettevõtte kood VA0654.

Puhastusseade koosneb mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett liivapüüniste ja treppvõrede abil, millele järgnevad paralleelselt asetsevad liivapüüdja ning rasvapüüdja. Võrepraht veetakse prügilasse, liiv ja sete komposteeritakse. Bioloogilise puhastuse liine on kaks. Puhastus toimub kolmes etapis. Nendeks on anaeroobne, anoksiline ja aeroobne. Esimene on vajalik fosfori bioloogiliseks eraldamiseks veest, teine lämmastiku kõrvaldamiseks denitrifikatsiooni abil ja kolmas orgaanilise reoaine hävitamiseks ning nitrifikatsiooniprotsessi läbiviimiseks. Fosforit saab täiendavalt eemaldada ka sadestamise abil lisades vette raudsulfaati. Tavaliselt ei peeta seda anaeroobse kambri hea töö tõttu siiski vajalikuks. Aktiivmuda eraldatakse veest järelsetitites ja puhastatud vesi suunatakse jõkke. Osa väljasettinud mudast läheb bioloogilise puhastuse algusesse tagasi, liigmuda pressitakse pärast flokulandi lisamist ja komposteeritakse AS Valga Vesi komposteerimisväljakutel koos heinapõhuga. Hinnanguliselt tekib jääkmuda 2000 t/a.

Muda proov võeti 10. detsembril 2009. aastal. Ilm oli pilves, sadas vähest lund. Öösel oli õhu temperatuur -1, päeval 0 kraadi. Aktiivmuda oli aerotankides pruuni värvusega, järelsetitite pinnad olid puhtad.

4.2.14. Viljandimaa

Viljandi linn

Reovesi puhastatakse Viljandi Veevärk AS-le kuuluvas puhastusseadmes ja juhitakse seejärel Tännasilma jõkke. Väljalasu kood on VI004, ettevõtte kood VI0650.

Puhastusseade koosneb mehhaanilise puhastuse osast ja kahest paralleelsest biopuhastuse liinist. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võrede ja liivapüüniste abil. Võrepraht ja liiv viiakse prügimäele. Edasi juhitakse vesi kahest paralleelsest harust koosnevasse bioloogilisse puhastusse. Esimeseks astmeks on anaeroobsed kambrid, kuhu suunatakse ka tagastusmuda.

Need on vajalikud reovees leiduva fosfori bioloogiliseks eraldamiseks. Järgmiseks astmeks on anoksilised kambrid, kuhu juhitakse lisaks puhastatavale veele aerotankide lõpust nitraadirikast vee ja aktiivmuda segu. Õhupuudusel taanduvad nitraadid gaasiliseks lämmastikuks ja eralduvad reoveest vähendades sellega vee lämmastikusisaldust. Edasi tulevad ringikujulised aerotankid, kus toimub lõplik bioloogiline puhastus. Nende algusosas hoitakse lahustunud hapniku kontsentratsioon automaatika abil 2,5 mg/l lähedal. Mööda ringi liikudes väheneb vee hapnikusisaldus pidevalt ja aerotanki lõpus on reguleeritavaks hapniku kontsentratsiooniks seatud 0,4 mg/l. Aeglase hapnikutarbimise tingimustes (näiteks talveti) võib lahustunud hapniku kontsentratsioon siiski etteantust märksa kõrgemale tõusta. Fosfori täiendavaks ärastamiseks on võimalik lisada vette raua sooli, kuid anaeroobsete kambrite kõrge efektiivsuse tõttu reeglina seda ei tehta.

Aktiivmuda eraldatakse veest järelsetitites. Osa sellest tagastatakse biopuhastuse algusetappi, liigmuda suunatakse mudapressi. Pressitud muda läheb kompostimise väljakutele, kus komposteeritakse koos turba ning aiapäikidega. Komposterimisprotsess oli proovivõtude ajal kaootiline, kuid reoveepuhastusjaama juhataja hr. Raivo Udrise sõnul plaanitakse 2010.a. osta tehnikat aunade segamiseks.

Viljandi puhastusseade on varustatud reguleeriva mahutiga. Kui reovee vooluhulk tõuseb ajutiselt jõudlusega võrreldes liiga suureks, siis juhitakse osa reoveest sellesse mahutisse ja pumbatakse puhastusseadme sissevoolu alles pärast vooluhulga vähenemist nõutud piiridesse.

Viljandi puhastusseadme jõudluseks on 7100 m³/d ja 1500 kg BHT₇/d. Veeloal alusel tuleb puhastusprotsessi käigus reoveest kõrvaldada 90% hõljuvainetest ja BHT-st ning 80% lämmastikust ja fosforist. Puhastist võib jökke juhtida keskmiselt 7100 m³/d heitvett, mille reoainete maksimaalne sisaldus võib olla järgmine: hõljuvained 15 mg/l, BHT₇ 15 mg/l, N üld 15 mg/l, P üld 1,0 mg/l. Heitvee maksimaalsed lubatud reostuskoormused on järgmised: hõljuvained 106 kg/d, BHT₇ 106 kg/d, N üld 106 kg/d ja P üld 7,12 kg/d. Tegelik koormuse vastavust jõudlusele ja väljavoolava heitvee vastavust veeloal nõuetele jälgib AS Viljandi Veevärk omaseire käigus. Vooluhulka mõõdetakse pidevalt nii puhasti sisse- kui ka väljavoolus, ultraheli-tasememõõtjaga varustatud kolmnurkülevool on paigutatud ka tagastusmuda teele. Vee proovide võtmiseks on puhasti sisse- ja väljavoolus statsionaarsed proovivõtjad, mis on seadistatud vooluhulgaga proportsionaalsele proovivõtu režiimile. Signaale osaproovide võtmiseks annavad vooluhulga mõõtjad. Analüüse teeb kohalik puhastusseadme labor. Lisaks sellele võetakse väljavoolust proove ka riikliku heitvee kontrollseise raames.

Viljandi Veevärgi poolt puhastusseadmete töö kontrollimiseks rakendatavad seadmed on väga head. Sellest lähtuvalt kasutas neid käesoleva töö tegemisel ka EKUK Tallinna labor. Kõik järgnevalt esitatud vooluhulga väärtused on saadud Viljandi Veevärk AS mõõteriista abil ja

analüüsitud vee proovid on võetud Viljandi Veevärgile kuuluvate statsionaarsete proovivõtjatega.

Võhma asula

Reovesi puhastatakse AS Võhma ELKO-le kuuluvas seadmes ja juhitakse seejärel Naelaoja kaudu Navesti jõkke. Väljalasu kood on VI053, ettevõtte kood VI0057.

Võhma reoveepuhasti projekteeris Biotek Projekt OÜ 2003 aastal ja ehitas Valmap Grupp AS. Käiku anti see 2004. aastal. Seade koosneb mehhaanilise ja bioloogilise puhastuse osast. Mehhaaniline puhastus toimub võre ja liivapüünise abil. Võrepraht läbib hüdropressi ja veetakse prügilasse. Bioloogiline puhastus toimub aerotankis. Aerotanki lisatakse fosfori kõrvaldamiseks raua sooli. Lahustunud hapniku kontsentratsioon hoitakse automaatika abil vahemikus 1,5-2,5 mg/l.

Muda eraldatakse veest järelsetitites, misjärel vesi juhitakse ojja. Liigmudale lisatakse flokulant, pressitakse ja suunatakse mudaväljakule. Väljakutel toimub ka kompostimine. Eelmise aasta kompost oli proovivõtu ajaks ära veetud, käesoleval aastal kogutud pressitud muda ei oldud veel kompostima hakatud. Reoveesetteid tekkis 118 tonni.

Võhma ELKO esindaja sõnul tekitavad puhastusseadme töös suurimaid probleeme järsud koormuse muutused. Hüdraulilisi lööke tuleb ette lekkiva kanalisatsiooni tõttu vihmasadude ja lume sulamise ajal. Reoainete löökoormusi tekitab purgimine. Purgimiskoht asub puhastusseadmete territooriumil vahetult reoveepumpla kõrval. Paakauto töötab harva ja tühjendab siis suure hulga kuivkäimlaid. Lisaks sellele kahtlustab ELKO esindaja reovee pH ulatuslikke kõrvalekaldeid normidest Largo mahlatehase tehnoloogiliste seadmete pesemise ajal. Konkreetseid mõõtmisandmeid selle kohta siiski ei ole.

Muda proov võeti 3. juunil 2009. aastal. Proovivõtule eelnenud ajal oli üsna pikalt kuiva ilma pidanud. 2. juuni pärastlõunal läks taevas pilve ja aeg-ajalt tuli üksikuid vihmahoogusid. Kui veel 2. juunil ületas õhu temperatuur +20°C, siis öösel vastu 3. juunit toimus järsk jahenemine. Õhusooja oli siis ainult 8-10 kraadi ja 3. juuni päeval 12-16 kraadi. Aktiivmuda oli proovivõtu ajal aerotankis pruuni värvusega, järelsetiti pind oli puhas. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi.

4.2.15. Võrumaa

Võru linn

Reovesi puhastatakse Võru Vesi AS-le kuuluvas seadmes ja juhitakse seejärel Koreli ojja. Väljalasu kood on VO020, ettevõtte kood VO0654.

Puhastusseade on üks vanemaid linnade reoveepuhasteid Eestis. Selle projekteeris 1984. aastal Eesti Projekt, ehitajaks oli Võru MEK. Käiku anti seade 1986. aastal, rekonstrueeriti 1997. aastal. Käesolevaks ajaks on puhasti nii moraalselt kui ka füüsiliselt vananenud ja 2009. aasta suvel on kavas alustada uue puhastusseadme ehitust.

Enne ehituse algust koosnes puhastusseade mehhaanilisest ja bioloogilisest osast. Mehhaaniliselt puhastati reovett võre, liivapüünise ja eelsetiti abil. Võre asus peapumpas ja AS Võru Vesi esindaja sõnul kogunes võreprahti väga vähe. Liivapüünisesse kogunev liiv kasutati täitepinnasena, eelsetitites eraldunud sete viidi muda väljakutele. Bioloogiline puhastus toimus aerotankides. Fosfori eraldamiseks lisati reoveele raudsulfaati. Lämmastiku kõrvaldamist denitrifikatsiooni abil ei olnud ette nähtud. Aktiivmuda eraldati veest järelsetitites, misjärel vesi Koreli ojja suunati. Osa väljasettinud aktiivmudast läks puhastusprotsessi tagasi, liigmuda juhiti ilma tihendamata ja flokulante lisamata otse väljakule. 2008.a. tekkis reoveesetteid 6566 tonni. Peamiseks puhastusseadme tööd häirivaks faktoriks oli puhastusseadme juhataja sõnul ühisvoolne kanalisatsioon, mistõttu veerohkel ajal suurenes järsult hüdrauliline koormus. Muda proov võeti 2. juunil 2009. aastal. Proovivõtule eelnenud ajal oli üsna pikalt kuiva ilma pidanud. Ka 2. juuni ööl oli selge ja soe ilm. Öhu temperatuur ulatus +20 kraadini. Vastu hommikut tõmbus taevas pilve ja pärastlõunal sadas vahetevahel lühiajaliselt vähest vihma. Öhu temperatuur tõusis üle +20°C. Aktiivmuda oli aerotankides pruuni värvusega, järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi.

AS Võru Juust puhasti

Võru meiereis tekkiv reovesi puhatakse ettevõttele kuuluvas puhastusseadmes ja juhitakse seejärel Koreli ojja. Väljalasu kood VÕ009.

Detsembris 2009.a. võeti käiku uus seade, mis koosneb mehhaanilise ja biopuhastuse osast. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett kõigepealt võrepüünise abil liivast ja suuremast prahist ja suunatakse siis läbi ühtlustusmahuti flotaatorisse, mis peaks projekti järgi jagu saama kuni 70% reostusest. Mehhaaniliselt puhastatud reovesi liigub kolme paralleelsesse aerotanki, mille töörežiimi on võimalik vastavalt vajadusele varieerida – denitrifikatsiooni jaoks lülitatakse aeratsioon välja ning orgaanilise reoaine kõrvaldamiseks ja lämmastiku nitrifitseerimiseks lülitatakse sisse. Aktiivmuda eraldatakse puhastatud reoveest järelsetitites. Üks osa sellest tagastatakse aerotanki algusesse, teine osa jõuab liigmudana muda lattu. Seal lisatakse liigmudale flokulant ja pressitakse lintpressi abil. Järelsetitist väljuv vesi juhitakse järelpuhastuseks biotiikidesse ja sealt edasi kraavide kaudu Koreli ojja.

Pressitud mudale lisatakse kas puuhaket või turvast ning komposteeritakse tunnelkompostis. Komposteerimise viibeag on orienteeruvalt 1-1,5 kuud. Komposteeritud sete ladustatakse puhasti territooriumile ja võimalusel turustatakse.

Peale uue seadme kasutuselevõttu hakkab reoveesetteid puhasti personali hinnangul tekkima 4-5 m³/tööpäevas, 1100-1300 m³/aastas.

4.3. Reoveesetete analüüsitulemused

4.3.1. Raskemetallide sisaldus reoveesettes

Sete koosneb peamiselt orgaanilisest ainest, milleks on valdavalt mikroorganismid ning nende lagundproduktid. Reoveesettes sisalduvatest anorgaanilistest ainetest tuleb tähelepanu pöörata aga raskemetallide sisaldusele. Raskemetallide kontsentratsioonide piirnormid põllumajanduslikuks kasutamiseks mõeldud reoveesetetes (mg/sette KA kg kohta) on:

<i>Raskemetal</i>	<i>86/278/EMÜ</i>	<i>KKM 30.dets.2002.a. määrus nr 78</i>	<i>Working document on sludge 3^d draft</i>
Cd	20-40	20,0	10,0
Cu	1 000 - 1 750	1 000,0	1 000,0
Ni	300 - 400	300,0	300,0
Pb	750 - 1 200	750,0	750,0
Zn	2 500 - 4 000	2 500,0	2 500,0
Hg	16 - 25	16,0	10,0
Cr	-	1 000,0	1 000,0

Tabelis 10 on esiatatud peatükis 4.2. kirjeldatud reoveepuhastite (v.a. Keila, Kuressaare, Kohtla-Järve, Pärnu, Tartu ja Viljandi) reoveesette proovide raskemetallide analüüsitulemused. Piirnormide ületamist ei täheldatud, kuid tsingi osas jõudis piirnormile väga lähedale Võru Vesi AS reoveepuhasti proov.

Tabel 10 Raskemetallid sisaldus reoveesettes.

akt	Asula/ ettevõte	Proovivõtukohta valdaja	Proovivõtukohta täpsustus	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
-	Alavere	VELKO AV OÜ	Puudus proovi võtmise võimalus							
EE09000935	Elva	Aqua & waste services OÜ	mudatiik	7,78	11,9	124	0,74	7,55	17,8	847
EE09002103	Estonian Cell AS	Estonian Cell AS	Veetustatud sete	2,3	2,45	15,5	0,02	1,28	2,25	89,8
EE10000153	Haapsalu	Haapsalu Veevärk AS	Veetustatud sete	<1	17,9	69,7	0,36	10	11,5	390
-	Häädemeeste	Häädemeeste VK AS	Puudus proovi võtmise võimalus							
EE09002027	Jõgeva	Jõgeva Vesi OÜ	Veetustatud sete	<1	284	104	0,87	13,5	15,7	668
EE09002449	Järva-Jaani	Piimaühistu E-Piim Järva-Jaani Meierei	Kompost	<1	6,62	16,8	0,06	3,85	3,54	72,9
EE09002448	Järva-Jaani	Piimaühistu E-Piim Järva-Jaani Meierei	Veetustatud sete	<1	6,9	40,6	0,06	11,4	4,12	348
EE09003187	Järvakandi	Järvakandi Kommunaal OÜ	Veetustatud sete	<1	14,7	74,1	0,5	12,5	13,5	636
EE09002681	Jüri	Elveso AS	Veetustatud sete	<1	16,3	152	0,12	15,5	11,7	594
EE09002102	Kadrina	Kadrina Soojus OÜ	Veetustatud sete	<1	9,9	66	0,26	9,5	15,3	630
EE09000147	Kehtna	Kehtna Elamu	Veetustatud sete	1,84	13,1	155	0,52	12,5	18,4	561
EE09002682	Kose	Kose Vesi OÜ	mudatiik	2,94	11,5	66,2	0,54	13,2	8,19	529
EE10000191	Kuusalu	Kuusalu Soojus OÜ	Veetustatud sete	1,35	22,8	210	0,22	21,2	20,8	1210
EE10000220	Kärdla	Kärdla Veevärk AS	Poldrist	<1	20,5	96,6	0,58	10,8	16,8	469
EE09000934	Laeva	Valio AS	Kompost	1,53	5,1	12,9	< 0,02	4,85	2,25	57,7
EE09000933	Laeva	Valio AS	Veetustatud sete	1	24,6	24	< 0,02	15,1	2,55	82,4
EE09002285	Lihula	Lihula Vesi OÜ	mudatiik	<1	12,1	91,8	0,24	10	18,6	628
-	Loksa	Loksa Linnavalitsus	Puudus proovi võtmise võimalus							
EE09000182	Läätsa	Salme SVK OÜ	mudatiik	<1	23,7	58,2	0,19	15,2	27,7	433
EE09002026	Mustvee	Mustvee Linnavara OÜ	ladustusplats	<1	78,4	129	0,31	23,4	13	677
EE10000332	Märjamaa	Matsalu Veevärk AS	Veetustatud sete	<1	6,73	75,5	0,31	6,39	5,86	606
EE09001032	Narva	Narva Vesi AS	Digestaat- / kommunaalsete	<1	24,9	305	0,32	12,2	35,2	588
EE09001033	Narva	Narva Vesi AS	Ladestusplatsilt / digestaat(kommunaal)	<1	35,5	433	0,5	14,8	80	730

EE09001034	Narva	Narva Vesi AS	ladustusplats, tööstuslik sete	1,09	656	226	0,06	36,2	12	230
EE09000938	Nõo	Nõo Veevärk OÜ	Veetustatud sete	<1	20,3	57,2	0,2	11,8	10	358
EE09000185	Orissaare	Orissaare Soojus OÜ	mudatiik	<1	10	271	0,32	9,67	11,7	403
EE09001231	Otepää	Otepää Veevärk AS	Kompost	<1	11,8	64,5	0,29	9,9	16,1	505
EE09002447	Paide	Paide Linnavalitsus	Kompost	<1	10,6	37,5	0,46	5,59	9,85	189
EE09000932	Palamuse	Emajõe Veevärk AS	mudatiik	<1	19,6	158	1,21	12,4	22,6	921
EE09000755	Paldiski	Paldiski Linnahoolduse OÜ	ladustusplats	<1	7,75	78	0,27	7,05	9,6	346
EE09000756	Paldiski	Paldiski Linnahoolduse OÜ	Veetustatud sete	<1	9,67	92,9	0,44	8,82	12,8	450
EE09002450	Põltsamaa	Põltsamaa Varahalduse OÜ	Veetustatud sete	<1	11,9	43,6	0,19	6,27	6,32	287
EE09003264	Põlva	Põlva Vesi AS	Pumba järel	<1	7,31	36,2	0,24	6,37	5,85	177
-	Pärnu-Jaagupi	AS Mako	Puudus proovi võtmise võimalus							
EE09001234	Rannu	Emajõe Veevärk AS	mudatiik	<1	14,8	40,4	0,79	6,67	15,4	333
EE09000148	Rapla	Rapla Vesi AS	Veetustatud sete	<1	30,2	153	1,53	16,7	13,3	3,83
-	Salutaguse pärmitehas	Salutaguse Pärmitehas AS	Puudus proovi võtmise võimalus							
EE09000753	Tallinn	Tallinna Vesi AS	Kompost	1,85	31,6	453	0,97	20	27,3	621
EE09000754	Tallinn	Tallinna Vesi AS	Digestaat- / kommunaalsete	1,42	25,5	294	0,73	14,1	21,7	686
EE09002100	Tapa	Tapa Vesi AS	mudatiik	1,03	26,2	189	0,51	19,1	28	906
EE09002104	Toila	Toila V.V. AS	ladustusplats	<1	9,81	43,9	0,09	17,6	6,13	347
EE09000282	Tõstamaa	Sufe OÜ	mudatiik	<1	25,4	136	0,44	20,4	15,4	477
EE09002454	Türi	Türi Vesi OÜ	ladustusplats	2,1	27,3	171	0,41	14,4	20	1110
EE09003263	Valga	Valga Vesi AS	Kompost	<1	19,2	119	0,31	15,7	14,1	428
EE09002116	Voka	Toila V.V. AS	ladustusplats	1,2	18,3	115	0,24	20,9	38,2	543
EE09001237	Võhma	Võhma ELKO AS	ladustusplats	1,67	10,5	53,4	0,29	16	9,61	425
EE09001238	Võhma	Võhma ELKO AS	Veetustatud sete	1,47	10,1	52,9	0,25	13,4	13,8	411
EE09001230	Võru	Võru Vesi AS	mudatiik	1,85	188	233	0,68	28	37,9	2480
EE09001214	Võru Juust AS	Võru Juust AS	Kompost	<1	19,4	9,74	0,03	8,02	<2	59,9
EE09001215	Võru Juust AS	Võru Juust AS	Veetustatud sete	1,42	10,8	99,2	0,03	9,53	<2	70,3

EE09002101	Väike-Maarja	Pandivere Vesi OÜ	Veetustatud sete	<1	20,9	109	0,41	11,7	17,1	847
------------	--------------	-------------------	------------------	----	------	-----	------	------	------	-----

4.3.2. Toitainete sisaldus reoveesettes

Komposteerimiseks optimaalne C:N suhe on 20-40, taimedele optimaalne C:N suhe on 25-30. Tabelist on näha, et vaadeldud puhastites tekkivas reoveesettes optimaalsed tingimused kompostimise jaoks C:N suhte osas saavutati ühel korral.

Tabel 11. Toitainete sisaldus reoveesettes.

akt	Asula/ ettevõte	Proovivõtukohta valdaja	Proovivõtukohta täpsustus	Kuivaine sisaldus, %	Orgaanilise aine sisaldus, %	TOC, mg/kg	pH	K, mg/kg	Üldlämmastik, mg/kg	Üldfosfor, mg/kg	C:N	N:P:K
	Alavere	VELKO AV OÜ	Puudus proovi võtmise võimalus									
EE09000935	Elva	Aqua & waste services OÜ	mudatiik	10,3	71,5	380000	7,41	3944	60000	17920	6/1	15/5/1
EE09002103	Estonian Cell AS	Estonian Cell AS	Veetustatud sete	10,3	78,4	350000	8,37	3122	51800	4475	7/1	17/1/1
EE10000153	Haapsalu	Haapsalu Veevärk AS	Veetustatud sete	19,2	70,2		6,61	4259	62800	12055	6/1	15/3/1
-	Häädemeeste	Häädemeeste VK AS	Puudus proovi võtmise võimalus									
EE09002027	Jõgeva	Jõgeva Vesi OÜ	Veetustatud sete	15,1	70,9	340000	7,51	2899	60200	13190	6/1	21/5/1
EE09002449	Järva-Jaani	Piimaühistu E-Piim Järva- Jaani Meierei	Kompost	40	78,3	380000	6,44	458	20400	6560	19/1	45/14/1
EE09002448	Järva-Jaani	Piimaühistu E-Piim Järva- Jaani Meierei	Veetustatud sete	20,1	88,2	420000	6,51	5292	82300	6595	5/1	16/1/1
EE09003187	Järvakandi	Järvakandi Kommunaal OÜ	Veetustatud sete	7,2	68,6	360000	7,01	1859	36400	4770	7/1	18/8/1
EE09002681	Jüri	Elveso AS	Veetustatud sete	10,7	74,2	360000	7,83	2708	59700	4458	6/1	22/1,6/ 1
EE09002102	Kadrina	Kadrina Soojus OÜ	Veetustatud sete	15,2	72,8	370000	7,11	1880	48800	7070	8/1	26/4/1
EE09000147	Kehtna	Kehtna Elamu	Veetustatud sete	12,8	78,3	410000	6,44	5088	67800	14460	6/1	13/3/1
EE09002682	Kose	Kose Vesi OÜ	mudatiik	4,9	67,1	310000	7,66	2863	52300	950	6/1	18/0,3/ 1
EE09002447	Paide	OÜ Paide Reoveepuhasti	Kompost	67,9	22,1	120000	7,29	1662	7920	2700	15/1	5/2/1
EE10000191	Kuusalu	Kuusalu Soojus OÜ	Veetustatud sete	9,9	78,8	410000	6,2	7650	60700	18325	7/1	8/2/1
EE10000220	Kärdla	Kärdla Veevärk AS	Poldrist	16,5	48,7	250000	6,42	3025	38600	6800	6,5/1	13/2/1
EE09000934	Laeva	Valio AS	Kompost	32,4	82,6	470000	8,55	1566	26000	8160	18/1	17/5/1
EE09000933	Laeva	Valio AS	Veetustatud sete	37,5	45,7	460000	5,78	902	20900	3600	22/1	23/4/1
EE09002285	Lihula	Lihula Vesi OÜ	mudatiik	4,1	69,8	370000	6,76	3959	47400	6425	8/1	12/1,6/

												1
-	Loksa	Loksa Linnavalitsus	Puudus proovi võtmise võimalus									
EE09000182	Läätsa	Salme SVK OÜ	mudatiik	11	61,8	260000	6,2	6298	45100	21090	6/1	7/3/1
EE09002026	Mustvee	Mustvee Linnavara OÜ	ladustusplats	12,5	55,4	270000	7,61	4088	42700	17610	6/1	10/4/1
EE10000332	Märjamaa	Matsalu Veevärk AS	Veetustatud sete	13,9	80,1	390000	6,37	3481	64400	12425	6/1	19/4/1
EE09001032	Narva	Narva Vesi AS	Digestaat- / kommunaalsete	18,4	70,5	370000	7,38	5515	60600	18240	6/1	11/3/1
EE09001033	Narva	Narva Vesi AS	Ladestusplatsilt / digestaat(kommun aal)	33,9	62,4	320000	6,86	4845	49400	15075	7/1	10/3/1
EE09001034	Narva	Narva Vesi AS	ladustusplats, tööstuslik sete	41,1	76,5	410000	7,17	2208	52700	1975	8/1	24/1/1
EE09000938	Nõo	Nõo Veevärk OÜ	Veetustatud sete	15	62,9	330000	7,11	4279	56100	8520	6/1	13/2/1
EE09000185	Orissaare	Orissaare Soojus OÜ	mudatiik	2,7	81,1	400000	6,83	9250	69100	25460	6/1	7/3/1
EE09001231	Otepää	Otepää Veevärk AS	Kompost	28,2	51,8	280000	7,27	4200	28700	4915	10/1	7/1/1
EE09000932	Palamuse	Emajõe Veevärk AS	mudatiik	28	64,5	340000	7,67	1917	36700	14575	9/1	19/8/1
EE09000755	Paldiski	Paldiski Linnahoolduse OÜ	ladustusplats	44,2	94,1	430000	8,02	5100	66500	20520	7/1	13/4/1
EE09000756	Paldiski	Paldiski Linnahoolduse OÜ	Veetustatud sete	12,8	85,7	440000	7,18	6085	70700	17760	6/1	12/3/1
EE09002450	Põltsamaa	Põltsamaa Varahalduse OÜ	Veetustatud sete	17,7	80,6	300000	6,63	3275	58000	8700	5/1	18/3/1
EE09003264	Põlva	Põlva Vesi AS	Pumba järel	4,4	74,6	-	6,96	7991	70700	23245	-	-
	Pärnu- Jaagupi	AS Mako	Puudus proovi võtmise võimalus									
EE09001234	Rannu	Emajõe Veevärk AS	mudatiik	47,1	22,6	130000	7,4	1026	20200	5470	6/1	20/5/1
EE09000148	Rapla	Rapla Vesi AS	Veetustatud sete	13,2	70,6	370000	6,57	3260	57900	10655	6/1	18/3/1
-	Salutaguse pärmitehas	Salutaguse Pärmitehas AS	Puudus proovi võtmise võimalus									
EE09000753	Tallinn	Tallinna Vesi AS	Kompost	43,2	39,3	-	6,83	2194	20300	15290	-	-
EE09000754	Tallinn	Tallinna Vesi AS	Digestaat- / kommunaalsete	27	56,9	270000	8,45	2142	38600	16250	7/1	18/8/1
EE09002100	Tapa	Tapa Vesi AS	mudatiik	3,4	70	340000	6,86	2491	57400	15360	6/1	23/6/1
EE09002104	Toila	Toila V.V. AS	ladustusplats	9,5	67,4	300000	7,17	3448	53000	2500	6/1	15/0,7/ 1
EE09000282	Tõstamaa	Sufe OÜ	mudatiik	8,3	29,9	340000	7,28	2222	52500	9870	7/1	24/4/1
EE09002454	Türi	Türi Vesi OÜ	ladustusplats	23,1	71,4	310000	7,38	2910	39900	11000	8/1	14/4/1
EE09003263	Valga	Valga Vesi AS	Kompost	35,5	47,7	-	7,16	6321	24400	3430	-	-

EE09002116	Voka	Toila V.V. AS	ladustusplats	9,2	65,6	280000	7,22	2471	50600	8625	6/1	20/4/1
EE09001237	Võhma	Võhma ELKO AS	ladustusplats	21,7	68,7	380000	7,09	3324	58800	368	7/1	18/0,1/ 1
EE09001238	Võhma	Võhma ELKO AS	Veetustatud sete	7,9	74	380000	7,26	4951	60100	551	6/1	12/0,1/ 1
EE09001230	Võru	Võru Vesi AS	mudatiik	9,6	63,8	350000	7,75	2310	42300	7150	8/1	18/3/1
EE09001214	Võru Juust AS	Võru Juust AS	Kompost	27,2	91,8	450000	7,36	1871	25800	6680	17/1	14/4/1
EE09001215	Võru Juust AS	Võru Juust AS	Veetustatud sete	9,48	84,2	410000	8,15	4505	92500	21230	4/1	21/5/1
EE09002101	Väike-Maarja	Pandivere Vesi OÜ	Veetustatud sete	6,6	69,8	330000	6,81	2520	54300	15180	6/1	22/6/1

4.3.3. Hügieeniparameetrid ning PAH

Hügieeniparameetrite osas oli enamikui proovide puhul ületamine anaeroobse bakteri *Clostridium perfringens* osas. *Clostridium*it ei leitud vaid Valga Vesi AS ning Põllva Vesi AS proovidest. Tegemist on eoseid moodustava mikroorganismiga, mis teeb ta erinevatele tööstlustele ja keskkonnatingimuste muutustele väga vastupidavaks. **Biological treatment of biowaste 2nd draft**’is pakutakse välja, et komposti/digestaadi tuleb hügieniseerida, kui *Clostridium perfringens* leidub 1 grammis kompostis või digestaadis ning *Salmonella* spp leidub 50 grammis kompostis/digestaadis. *Salmonella* spp leiti 38% proovidest.

Escherichia coli ja *Enterococcus* on tihti antud valikindikaatorina. *E.coli* ning helmintide munade jaoks on kehtestatud **Keskkonnaministri 30. detsembri 2002. a määruses nr 78** piirangud kasutamiseks põllumajanduses: §12, (4) Kasutada ei tohi setet, kus on fekaalseid *coli*-laadseid baktereid 100 milliliitris üle 1000 pesa moodustava ühiku (PMÜ) ja helmintide mune 1 liitris üle 1 (munade aritmeetiline keskmine liitri kohta). Helmintide munade määramisel on esitatud kahtlused leitud munade perekondade kohta, sest hilisem kontrollimise võimalus puudus. Kahel juhul tekkis kahtlus inimesele ohtlike helmintide munade suhtes (*Trichocephalus* ja *Ascaris*) ning kahel juhul kahtlus koertele ja kassidele ohtlike helmintide munade suhtes (*Ancylostoma* ja *Toxacara*).

Lisaks on kehtestatud **Euroopa Komisjoni määrusega 208/2006** (7. veebruar 2006.a.): Protsessi jälgimiseks biogaasi või komposteerimisetevõttes lagundumissaadustest või kompostist töötlemise ajal või kohe pärast seda võetud representatiivseid proovid peavad vastama järgmistele tingimustele:

- *E. coli* - alla 5000 bakteri 1 grammis;
- Enterokokk - alla 5000 bakteri 1 grammis;
- *Salmonella* spp – puudub 25 grammis.

Polütsükliliste aromaatsete süsivesinike (PAH) piirnormid on sätestatud keskkonnaministri 2. aprilli 2004. a määrusega nr 12 **Pinnases ja põhjavees ohtlike ainete sisalduse piirnormid**: PAH (kokku) piirnorm pinnases elutsoonis – 20 mg/kg ja piirnorm pinnases tööstustsoonis – 200 mg/kg.

Eraldi välja tasuks tuua AS Valga Vesi proovi, mis vastas kõigi hügieeniparameetrite osas normidele.

Tabelis 12 toodud hügieeniparameetrid ning polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud, mis ületavad eelpool loetletud piirnorme on värvitud punasega.

Tabel 12. Hügieeniparameetrid ning PAH-id reoveesettes

akt	Asula/ettevõtte	Proovivõtukohta valdaja	Proovivõtukohta täpsustus	PAH, mg/kg	Salmonella spp 50 grammis	Clostridium perfringens, PMÜ/1g	Enterokokk, MPN/g	Escherichia coli, MPN/g	Helmintide munad 10 grammis
-	Alavere	VELKO AV OÜ	Puudus proovi võtmise võimalus						
EE09000935	Elva	Aqua & waste services OÜ	mudatiik	9,4	leidub	12909	189950	53676	
EE09002103	Estonian Cell AS	Estonian Cell AS	Veetustatud sete		ei leidu	364	2250	760	
EE10000153	Haapsalu	Haapsalu Veevärk AS	Veetustatud sete		leidub	4636	85580	153980	Inimesele parasiitseid ei leidu
-	Häädemeeste	Häädemeeste VK AS	Puudus proovi võtmise võimalus						
EE09002027	Jõgeva	Jõgeva Vesi OÜ	Veetustatud sete		leidub	2273	51002	12038	
EE09002449	Järva-Jaani	Piimaühistu E-Piim Järva-Jaani Meierei	Kompost	0,5	ei leidu	73	5368	128	Kahtlus - Trichocephalus
EE09002448	Järva-Jaani	Piimaühistu E-Piim Järva-Jaani Meierei	Veetustatud sete	1	leidub	6909	11892	123480	Inimesele parasiitseid ei leidu
EE09003187	Järvakandi	Järvakandi Kommunaal OÜ	Veetustatud sete		ei leidu	8455	25518	17631	Inimesele parasiitseid ei leidu
EE09002681	Jüri	Elveso AS	Veetustatud sete	0,3	ei leidu	3818	82995	90536	Kahtlus - Ascaris
EE09002102	Kadrina	Kadrina Soojus OÜ	Veetustatud sete		leidub	3182	114540	207880	
EE09000147	Kehtna	Kehtna Elamu	Veetustatud sete		leidub	318	184700	120376	
EE09002682	Kose	Kose Vesi OÜ	mudatiik	1	ei leidu	4818	23204	112240	Inimesele parasiitseid ei leidu
EE09002447	Paide	OÜ Paide Reoveepuhasti	Kompost	0,8	ei leidu	582	331	561	Inimesele parasiitseid ei leidu
EE10000191	Kuusalu	Kuusalu Soojus OÜ	Veetustatud sete		leidub	1200	38495	13568	Inimesele parasiitseid ei leidu
EE10000220	Kärdla	Kärdla Veevärk AS	Poldrist		ei leidu	10182	59639	1134	Inimesele parasiitseid ei leidu
EE09000934	Laeva	Valio AS	Kompost		ei leidu	273	82995	6348	
EE09000933	Laeva	Valio AS	Veetustatud sete		ei leidu	2727	2312	9592	
EE09002285	Lihula	Lihula Vesi OÜ	mudatiik		ei leidu	7364	308700	331978	
-	Loksa	Loksa Linnavalitsus	Puudus proovi võtmise võimalus						
EE09000182	Läätsa	Salme SVK OÜ	mudatiik	1,5	ei leidu	8182	64830	183536	

EE09002026	Mustvee	Mustvee Linnavara OÜ	ladustusplats		ei leidu	10909	26824	9592	
EE10000332	Märjamaa	Matsalu Veevärk AS	Veetustatud sete		leidub	13818	3849500	95924	Inimesele parasiitseid ei leidu
EE09001032	Narva	Narva Vesi AS	Digestaat- / kommunaalsete	1,2	ei leidu	6000	160860	412040	
EE09001033	Narva	Narva Vesi AS	Ladustusplatsilt / digestaat(kommunaal)		ei leidu	2818	6709	5889600	
EE09001034	Narva	Narva Vesi AS	ladustusplats, tööstuslik sete	0,1	ei leidu	25	353	65704	
EE09000938	Nõo	Nõo Veevärk OÜ	Veetustatud sete	1,9	leidub	5091	5031000	1823200	
EE09000185	Orissaare	Orissaare Soojus OÜ	mudatiik	0,6	ei leidu	8000	1524100	392680	
EE09001231	Otepää	Otepää Veevärk AS	Kompost		ei leidu	14000	6957	16252	
EE09000932	Palamuse	Emajõe Veevärk AS	mudatiik	1,9	ei leidu	4182	23981	3739	
EE09000755	Paldiski	Paldiski Linnahoiduse OÜ	ladustusplats	6,5	leidub	6182	670900	1072960	
EE09000756	Paldiski	Paldiski Linnahoiduse OÜ	Veetustatud sete	0,3	leidub	7727	255180	762120	
EE09002450	Põltsamaa	Põltsamaa Varahalduse OÜ	Veetustatud sete	< 0.1	leidub	4182	12596	176312	Kahtlus - Ancylosotma
EE09003264	Põlva	Põlva Vesi AS	Pumba järel		leidub	0	29672	7598	Kahtlus - Toxocara
-	Pärnu-Jaagupi	AS Mako	Puudus proovi võtmise võimalus						
EE09001234	Rannu	Emajõe Veevärk AS	mudatiik	1,3	ei leidu	5636	5217	3096	
EE09000148	Rapla	Rapla Vesi AS	Veetustatud sete		leidub	10273	255180	696680	
-	Salutaguse pärmitehas	Salutaguse Pärmitehas AS	Puudus proovi võtmise võimalus						
EE09000753	Tallinn	Tallinna Vesi AS	Kompost	2,6	ei leidu	3636	120	48	
EE09000754	Tallinn	Tallinna Vesi AS	Digestaat- / kommunaalsete	4	leidub	6182	60120	4335600	
EE09002100	Tapa	Tapa Vesi AS	mudatiik		ei leidu	10273	2009	1067	
EE09002104	Toila	Toila V.V. AS	ladustusplats		ei leidu	8727	15001	679	
EE09000282	Tõstamaa	Sufe OÜ	mudatiik	0,5	leidub	20000	10301	32256	
EE09002454	Türi	Türi Vesi OÜ	ladustusplats	0,9	leidub	7455	160860	20401	

EE09003263	Valga	Valga Vesi AS	Kompost		ei leidu	0	966	0	Inimesele parasiitseid ei leidu
EE09002116	Voka	Toila V.V. AS	ladustusplats		ei leidu	3636	2575	412	
EE09001237	Võhma	Võhma ELKO AS	ladustusplats		ei leidu	1409	2707	10207	
EE09001238	Võhma	Võhma ELKO AS	Veetustatud sete	1,8	ei leidu	146	1238	2330	
EE09001230	Võru	Võru Vesi AS	mudatiik		leidub	13364	1836	28528	
EE09001214	Võru Juust AS	Võru Juust AS	Kompost		ei leidu	10	2312	74	
EE09001215	Võru Juust AS	Võru Juust AS	Veetustatud sete		ei leidu	9	1238	541	
EE09002101	Väike-Maarja	Pandivere Vesi OÜ	Veetustatud sete		ei leidu	12546	30870	16268	

4.4. Heitvee puhastusprotsessi kvaliteedi mõju sette kvaliteedile ja kogusele. Seitsme keskmise puhasti näitel – hinnang puhastusprotsesside efektiivsusele ja mõjust sette kvaliteedile

Projekti käigus jälgiti seitsme reoveepuhastusjaama (Pärnu, Tartu, Viljandi, Kohtla-Järve, Rakvere, Kuressaare, Keila) veepuhastusefektiivsust, aktiivmuda kooslust ning tekkiva reoveesette kvaliteeti.

Sõltuvalt aastaajast esines suuremaid kõikumisi siseneva vooluhulga ning reostuskoormuse suhtes. Kuivadel aastaegadel (talv, suvi) olid vooluhulgad väiksemad ning sisenev reovesi kangem ($BHT_{7\text{keskmine}}$ - suvel 544 mgO_2/l ning talvel 441 mgO_2/l), samas sademeterohkematel aastaegadel olid vooluhulgad suuremad ning puhastisse sisenev reovesi lahjem ($BHT_{7\text{keskmine}}$ - kevadel 364 mgO_2/l ning sügisel 313 mgO_2/l). Puhastusprotsessi siseneva vee temperatuur ulatus $9,0^\circ\text{C}$ -st talvel (aerotankis keskmine $T=7,0^\circ\text{C}$ ning väljuva vee keskmine $T=6,7^\circ\text{C}$) kuni $16,4^\circ\text{C}$ -ni suvel (aerotankis ning väljuva vee puhul vastavalt $17,7^\circ\text{C}$ ja $18,0^\circ\text{C}$), mis avaldas oma mõju ka lämmastiku ärastamise efektiivsusele – talvel ja kevadel 67% ja 60% vastavalt ning suvel ja sügisel 80% ning 71% vastavalt.

Reoveesette ning reo- ja heitvee analüüside võrdlusest väärib ära märkimist reovee elektrijuhtivuse ning reoveesette kroomi sisalduse vaheline korrelatsioon ($r = 0,75755$), mis tuleneb aga Keila reoveepuhastile siseneva reovee kroomi ning tsingi rikkusest (põhjustajaks nahaparkimistehas Karjakülas).

Vaadeldud perioodil esines reoveepuhastitel erinevaid mehhaanilisi (pumpade rikked Pärnu ning Keila puhastitel) kui ka aktiivmuda pundumise (Viljandi, Tartu) ning filamentse vahutamise (Tartu) seonduvaid probleeme, mis rohkem või vähem avaldasid mõju puhasti tööefektiivsusele või eraldatava jääkmuda kogusele.

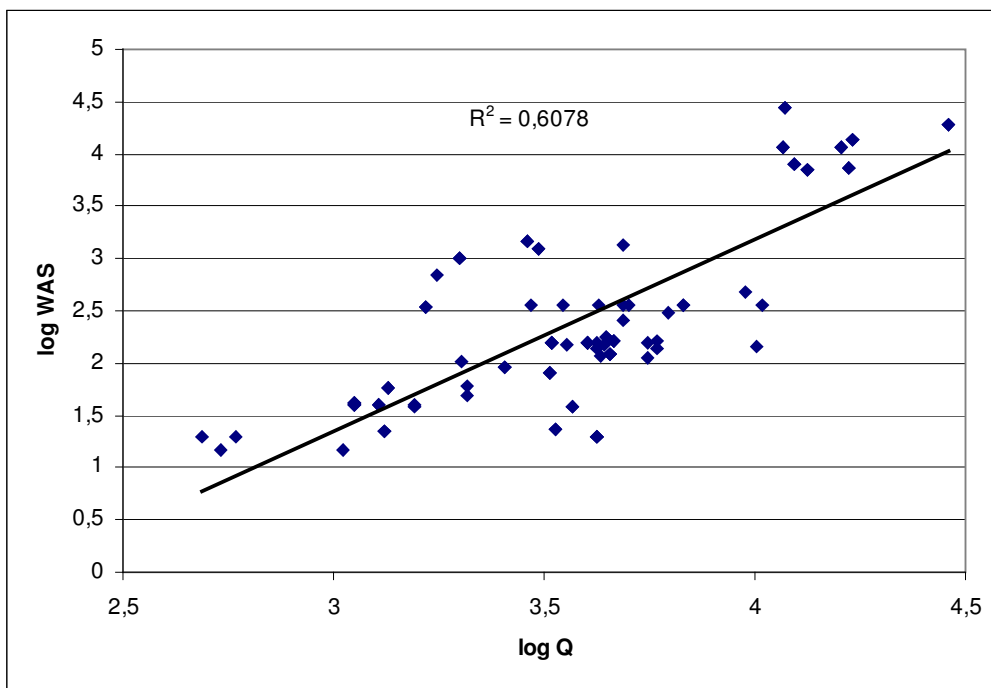
Graafikul 1 on võrreldud eraldatava jääkmuda (WAS) ööpäevaseid mahtusid võrrelduna reoveepuhastile sisenevate reovee hulkadega. Esitatud mahud on toodud iga konkreetse puhastusseadme eri liini järgi, tingituna asjaolust, et ühes puhastusseadmes võidakse jääkmuda eraldada erinevatest liinidest erineval hulgal. Reoveesette tekkimise saagiskoeffitsiendid Y_{obs} , mis väljendab aktiivmudaprotsessi BHT_7 vähenemise määra suhet siseneva reoveehulga Q ($\text{m}^3/\text{ööp}$) ning tekkiva reoveesette P ($\text{t}/\text{ööp}$) suhtes:

$$P = \frac{Y_{\text{obs}} Q (BHT_{\text{sisse}} - BHT_{\text{välja}})}{1000(\text{g} / \text{kg})}$$

Y_{obs} keskmised väärtused väärtused varieerusid 0,0068 (t/t) Keila reoveepuhastil kuni 0,0358 (t/t) Tartu reoveepuhastil. Keilas ja Pärnus lisati fosfori ärastamiseks juurde ka raua sooli, mis soodustab settimist ja reoveesette massi suurenemist, kuid samas oli neil puhastitel ka

proovivõtu perioodil mehhaanilisi probleeme, mille tagajärjel jääkaktiivmuda eraldamine oli seiskunud. Seega pole võimalik hinnata, kas ja kui suures osas keemiline fosforiärastus reoveesette tekkimise saagiskoeffitsienti mõjutas:

Reoveepuhasti	Y_{obs} (keskmine), t/t
Keila	0,000682
Kohtla-Järve	0,000705
Kuressaare	0,000745
Pärnu 1. liin	0,001388
Pärnu 2. liin	0,002123
Rakvere	0,001257
Tartu	0,035761
Viljandi 1. liin	0,010190
Viljandi 2. liin	0,008414
Keskmine kõik puhastid	0,008473



Graafik 1. Tekkiva jääkmuda mahu sõltuvus puhastisse siseneva reovee hulgast.

4.4.1. Reo- ja heitvee analüüsitulemused

Tabelis 13 on andmed asulate ning ettevõtete reo- ning heitvee analüüsitulemuste kohta.

Reovee all mõistetakse üle kahjutuspiiri rikitud ja enne suublasse juhtimist puhastamist vajavat vett (<https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=13277773>)

Heitvee all mõistetakse suublasse juhitavat kasutusel olnud vett, puhastatud vett (<https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=13277773>)

Kõik reo- ja heitvee proovid on 24h keskmistatud proovid.

Tabel 13. Reo- ja heitvee analüüside tulemused

Kuupäev	Proovivõtukohta valdaja	Reovesi							Heitvesi						
		BHT7	Elektrijuhtivus (väljas)	Hõljuvaine	Üldlämmastik	pH	Üldfosfor	Veetemperatuur (väljas)	BHT7	Elektrijuhtivus (väljas)	Hõljuvaine	Üldlämmastik	pH	Üldfosfor	Veetemperatuur (väljas)
10.02.2009	Järve Biopuhastus OÜ	760		660	149		12			1924	14	7	6,8	0,31	12,2
10.03.2009	Järve Biopuhastus OÜ	890	3770	440	115	7,07	11	18,1	6,6	2340	22	6	6,6	0,35	13,2
7.04.2009	Järve Biopuhastus OÜ	240	1703	260	37	7,28	8,3	9,2	5	1567	2	3,4	7,02	0,09	10,7
6.05.2009	Järve Biopuhastus OÜ	405	2740	430	83	7,26	16	15,1	5,3	2020	< 2	5,7	7,02	0,18	15
3.06.2009	Järve Biopuhastus OÜ	780	2870	670	112	6,8	28	20,3	3,4	2150	5	5,1	8,15	0,13	20
1.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	830	2550	384	92	6,84	14	22,5	<3	2030	< 2	4,6	6,89	1,1	22,9
14.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	690	2550	410	83	6,93	13	19,3	4,1	1940	15	8	6,96	10	22,6
25.08.2009	Järve Biopuhastus OÜ	480	2530	280	75	7,06	13	19,3	4,7	1936	22	6,7	6,89	8,4	21,2
15.09.2009	Järve Biopuhastus OÜ	400	2090	300	34	7,16	12	15,4	4,9	2090	64	17	7,42	16	19,8
20.10.2009	Järve Biopuhastus OÜ	410	2030	210	43	6,99	6,9	14	<3	1640	9	4,8	7,1	0,4	13,6
13.01.2010	Järve Biopuhastus OÜ	550	2900	490	97	7,09	12	14,7	4	2090	15	4	6,91	0,43	10
4.03.2009	Keila Vesi AS	520	2760	600	69	7,71	15	11,1	18	2650	24	41	7,56	0,93	7
6.04.2009	Keila Vesi AS	270	710	590	38	7,68	14	7,7	5,5	1970	10	12	7,5	0,3	8,4
11.05.2009	Keila Vesi AS	305	414	270	55		8,4	14,8	9,5	213	9	39	7,13	0,34	14,8
15.06.2009	Keila Vesi AS	320	2090	110	53	7,83	6,4	13,2	10	1256	2	30	6,77	0,36	14,8
13.07.2009	Keila Vesi AS	560	4340	450	47	8,19	12	16	6,7	2830	6	13	6,88	0,3	18,2
17.08.2009	Keila Vesi AS	510	3530	780	62	7,73	18	17	3,9	2390	< 2	18	7,02	0,3	18,5
15.09.2009	Keila Vesi AS	500	6620	1160	93	7,58	31	19,7	3,8	2840	4	8,6	7,01	0,55	18,3
12.10.2009	Keila Vesi AS	630	5400	650	43	7,93	15	12,8	5,3	1795	3	12	7,1	0,4	11,5
11.01.2010	Keila Vesi AS	510	2120	380	67	7,75	9,9	8,8	7	2270	4	35	7,17	0,6	5,8
28.01.2009	Kuressaare Veevärk AS	820	1250	730	91	7,36	35	7,6	18	1381	15	20	7,27	0,78	8,7
25.02.2009	Kuressaare Veevärk AS	740	1584	540	62	8,14	17	7,3	74	1678	11	23	7,71	0,79	7,7
25.03.2009	Kuressaare Veevärk AS	750	1262	630	46	7,54	19	6,8	38	1400	16	17	7,52	5,7	7,4
20.04.2009	Kuressaare Veevärk AS	660	1800	440	55	7,29	22	12,2	12	1640	22	26	7,82	2,3	10,2
19.05.2009	Kuressaare Veevärk AS	725	1672	730	70	7,45	29	11,9	5,5	1414	8	8	7,62	2,3	14,1

17.06.2009	Kuressaare Veevärk AS	440	1270	410	35	7,43	16	12,1	23	1149	11	7,4	7,45	1,7	13,2
7.07.2009	Kuressaare Veevärk AS	600	1780	540	69	7,6	25	15,7	17	1412	20	8,6	7,72	1,7	18,1
11.08.2009	Kuressaare Veevärk AS	550	1035	680	60	7,39	24	17,5	48	1270	52	10	7,48	7,4	19,8
8.09.2009	Kuressaare Veevärk AS	2400	1604	2620	158	7,55	55	16,5	13	1219	14	11	7,67	3,5	17,9
6.10.2009	Kuressaare Veevärk AS	210	1010	380	24	7,43	9,1	13,5	17	1020	18	6,1	7,45	0,69	13,6
3.11.2009	Kuressaare Veevärk AS	410	1302	630	38	7,56	20	11,6	10	1344	9	7,8	7,66	0,45	10,7
8.02.2010	Kuressaare Veevärk AS	1300	1890	680	115	6,53	26	7,1	26	1616	28	34	6,71	0,44	6
21.01.2009	Pärnu Vesi AS	300	1865	252	53	7,27	12	7,9	3,4	1420	6	27	7,6	0,49	5
17.02.2009	Pärnu Vesi AS	430	1682	230	92	7,8	12	7,3	12	1621	8	56	7,46	0,9	4,8
18.03.2009	Pärnu Vesi AS	220	1533	120	36	7,54	8,5	6,1	7,5	1542	< 2	21	7,7	1,4	6,6
15.04.2009	Pärnu Vesi AS	350	1800	480	45	6,9	73		8,3	1380	10	1,9	7,09	0,31	
13.05.2009	Pärnu Vesi AS	380	1913	310	53	7,34	10	10,2	4,2	1532	9	10	7	0,72	12,4
10.06.2009	Pärnu Vesi AS	210	1660	90	9,7	7,59	7,1	12,1	3,2	1166	3	7,8	7,29	0,28	13,8
8.07.2009	Pärnu Vesi AS	590	1048	120	62	7,59	10	15,3	15	1623	23	9,4	6,81	0,92	17,6
5.08.2009	Pärnu Vesi AS	280	1884	230	70	7,13	14	16,6	3,4	1425	3	14	6,98	0,29	19,1
31.08.2009	Pärnu Vesi AS	290	2040	180	55	7,66	11	16,6	3,3	1497	5	11	7,44	0,43	17,8
30.09.2009	Pärnu Vesi AS	125	980	310	18	7,34	5,5	13,4	6,1	1465	28	6,4	7,44	1,4	14,8
28.10.2009	Pärnu Vesi AS	110	1375	72	13	7,44	2,8	12,2	<3	1086	<2	11	7,29	0,89	11,2
26.01.2010	Pärnu Vesi AS	480	1680	300	61	7,55	10	7,2	9,2	1165	10	33	7,6	4,4	2,1
10.02.2009	Rakvere Veevärk AS	300		180	35		5,6		<3	841	2	6,1	7,38	0,69	18
10.03.2009	Rakvere Veevärk AS	345	1941	250	40	7,45	7,2	11,3	3,5	1345	4	8,9	7,28	0,57	
7.04.2009	Rakvere Veevärk AS	220	2060	1570	16	7,03	5,7	13	3,3	1317	2	13	7,23	1,1	8,7
6.05.2009	Rakvere Veevärk AS	310	3030	60	27	7,42	5,1	18,3	6,3	1487	< 2	11	7,23	0,21	14,2
3.06.2009	Rakvere Veevärk AS	410	1050	280	40	7,19	21	14,2	7,9	1591	7	9,8	8,3	0,14	16,3
1.07.2009	Rakvere Veevärk AS	400	3350	310	41	7,13	8,6	21,7	7,4	1660	< 2	6,96	7,2	0,41	21
14.07.2009	Rakvere Veevärk AS	620	1381	270	39	8,03	7,5	18,4	<3	1389	7	7,6	7,13	0,57	18,6
25.08.2009	Rakvere Veevärk AS	390	1536	250	51	7,16	11	18,6	4,7	1731	4	9,3	7,09	0,39	19,3
15.09.2009	Rakvere Veevärk AS	370	1393	420	47	7,08	13	17,3	3,5	1774	3	10	7,62	0,56	18,2
20.10.2009	Rakvere Veevärk AS	400	1192	390	25	7,41	8,6	12,6	8,4	1129	13	10,4	7,24	0,46	11,4
13.01.2010	Rakvere Veevärk AS	400	1561	148	33	7,55	5,6	10,1	<3	1428	2	6,1	7,08	0,34	7,1
4.02.2009	Tartu Veevärk AS	280	1662	250	46	8,08	13	8,5	5,5	1451	9	15	7,87	0,45	7,2
4.03.2009	Tartu Veevärk AS	210	2120	130	29	7,27	7		21	1658	10	18	8,01	1,2	
1.04.2009	Tartu Veevärk AS	175	1065	120	6,5	7,67	2	5,7	3,5	835	8	6,2	7,23	0,19	5,5

28.04.2009	Tartu Veevärk AS	290	1500	350	42	7,67	15	10,7	8	1410	2	17,4	7,41	3,4	11,6
2.06.2009	Tartu Veevärk AS	140	1730	135	35	7,67	6,5	12,7	10	1378	10	7,6	7,23	0,57	14,4
24.06.2009	Tartu Veevärk AS	360	1493	280	26	7,67	8,3	13,7	3,3	1198	6	9,6	7,14	0,42	16,1
21.07.2009	Tartu Veevärk AS	190	1439	210	42	7,52	9,3	15,2	11	1068	9	7,9	7,18	4,1	16,8
18.08.2009	Tartu Veevärk AS	300	1120	410	33	7,32	10	15,6	18	737	18	9,8	7,04	1,3	16,6
22.09.2009	Tartu Veevärk AS	310	1451	460	44	7,78	12	14,9	8,3	1374	11	18	7,34	1,2	16
14.10.2009	Tartu Veevärk AS	150	708	140	21	7,08	4,5	9,4	3,2	660	5	5,5	6,98	0,93	9,6
19.01.2010	Tartu Veevärk AS	145	1591	110	42	8,23	7,4	7,3	6,7	1318	8	18	7,34	2,3	6,9
3.02.2009	Viljandi Veevärk AS	290	1242	148	51	8,07	7,4	6,9	<3	1266	3	22	7,27	0,91	6
4.03.2009	Viljandi Veevärk AS	280	1574	210	50	8,95	11	7	3,5	1726	11	31	7,44	1,4	7,1
1.04.2009	Viljandi Veevärk AS	110	881	76	12,3	7,4	3,9	4,8	7,5	677	4	7,45	7,3	0,6	5,2
28.04.2009	Viljandi Veevärk AS	275	1380	180	44	7,88	8,9	8,6	8,8	1210	4	22	7,46	1,1	10,3
3.06.2009	Viljandi Veevärk AS	270	1374	300	57	7,87	12	11,2	13	1166	3	8,9	7,33	0,22	13,7
24.06.2009	Viljandi Veevärk AS	285	1880	320	55	7,8	11	12,3	6,5	1901	7	6,3	7,27	1,1	15,2
21.07.2009	Viljandi Veevärk AS	160	570	280	27	7,58	4,9	15,4	4,6	761	2	6,7	7,16	1,9	16,2
18.08.2009	Viljandi Veevärk AS	120	1060	124	52	7,78	4,2	15	<3	797	10	4,4	7,2	1,3	16,3
22.09.2009	Viljandi Veevärk AS	330	1155	420	51	7,82	11	15,5	6,6	1002	3	5	7,32	0,27	15,9
14.10.2009	Viljandi Veevärk AS	180	734	128	24	6,9	5,2	10	3,5	887	3	4,8	7,03	1,8	10,9
19.01.2010	Viljandi Veevärk AS	285	1365	168	51	8,01	8,9	7	9	1302	3	17	7,4	0,57	5,6

4.4.2. Vaadeldud puhastite veepuhastuse efektiivsus, jõudlus ja koormus

Tabelis 14 on andmed asulate veepuhastuse efektiivsuse, jõudluse ning koormuse kohta.

Kõik tabelis esitatud puhastamiseefektiivsused on arvatud üldvalemi järgi:

$$\text{Effektiivsus} = \frac{X_{\text{sisenev}} - X_{\text{väljuv}}}{X_{\text{sisenev}}} 100\% ,$$

kus X_{sisenev} ja $X_{\text{väljuv}}$ tähistavad vastavalt sisenevaid ning väljuvaid BHT₇, hõljuvaineid, üldfosforit või üldlämmastikku.

Koormuse % BHT₇ jõudlusest ning jõudluse % vooluhulga järgi arvutati analoogselt:

$$A = \frac{B}{C} 100\% ,$$

kus A tähistab kas koormuse % BHT₇ jõudlusest või jõudluse % vooluhulga järgi; B tähistab proovivõtu ajale vastavat BHT₇ hulka (kg/ööp) või vooluhulka (m³/ööp); C tähistab konkreetsele reoveepuhastile omaseid projektijärgseid jõudlusi.

Puhastamise efektiivsus BHT₇ ning hõljuvaine järgi oli kõigil puhastitel üle 90%, v.a. OÜ Järve Biopuhastuse septembri proovis (hõljuvaine efektiivsus 78,7%). Puhastamise efektiivsused üldlämmastiku ning üldfosfori järgi kõikus aga suures osas. Koormuseid BHT₇ jõudlusest ning jõudlusi vooluhulga järgi ületati mitmel juhul kuni 300%.

Tabel 14. Vaadeldud puhastite veepuhastuse efektiivsus, jõudlus ja koormus

Kuupäev	Proovivõtukohta valdaja	Puhastamis- efektiivsus BHT7 järgi, %	Puhastamis- efektiivsus hõljuvaine järgi, %	Puhastamis- efektiivsus üldlämmastiku järgi, %	Puhastamis- efektiivsus üldfosfori järgi, %	Koormuse % BHT ₇ jõudlusest	Vooluhulk, m ³ /d	Jõudlus vooluhulga järgi, %
4.03.2009	Keila Vesi AS	96,5	96	40,6	93,8	203	3561	70
6.04.2009	Keila Vesi AS	98	98,3	68,4	97,9	105	3561	70
11.05.2009	Keila Vesi AS	96,9	96,7	29,1	96	39	1170	23
15.06.2009	Keila Vesi AS	96,9	98,2	43,4	94,4	98	2800	55
13.07.2009	Keila Vesi AS	98,8	98,7	72,3	97,5	172	2800	55
17.08.2009	Keila Vesi AS	99,2	100	71	98,3	82	1470	29
15.09.2009	Keila Vesi AS	99,2	99,7	90,8	98,2	59	1077	21
12.10.2009	Keila Vesi AS	99,2	99,5	72,1	97,3	145	2100	41
11.01.2010	Keila Vesi AS	98,6	98,9	47,8	93,9	54	975	19
28.01.2009	Kuressaare Veevärk AS	97,8	97,9	78	97,8	216	4480	90
25.02.2009	Kuressaare Veevärk AS	90	98	62,9	95,4	116	2660	53
25.03.2009	Kuressaare Veevärk AS	94,9	97,5	63	70	184	4180	84
20.04.2009	Kuressaare Veevärk AS	98,2	95	52,7	89,5	99	2560	51
19.05.2009	Kuressaare Veevärk AS	99,2	98,9	88,6	92,1	96	2240	45
17.06.2009	Kuressaare Veevärk AS	94,8	97,3	78,9	89,4	192	7400	148
7.07.2009	Kuressaare Veevärk AS	97,2	96,3	87,5	93,2	94	2650	53
11.08.2009	Kuressaare Veevärk AS	91,3	92,4	83,3	69,2	101	3120	62
8.09.2009	Kuressaare Veevärk AS					315	2230	45
6.10.2009	Kuressaare Veevärk AS	91,9	95,3	74,6	92,4	83	6750	135
3.11.2009	Kuressaare Veevärk AS	97,6	98,6	79,5	97,8	80	3320	66
8.02.2010	Kuressaare Veevärk AS	98	95,9	70,4	98,3	206	2690	54
10.02.2009	Järve Biopuhastus OÜ	100	95,3	92,3	96,8	41	10593	20
10.03.2009	Järve Biopuhastus OÜ	99,3	95	94,8	96,8	58	8700	16
7.04.2009	Järve Biopuhastus OÜ	97,9	99,2	90,8	98,9	62	34500	64
6.05.2009	Järve Biopuhastus OÜ	98,7	100	93,1	98,9	61	13500	37

3.06.2009	Järve Biopuhastus OÜ	99,6	99,3	95,4	99,5	58	9890	18
1.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	100	100	95	92,1	74	12000	22
14.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	99,4	96,3	90,4	23,1	70	13605	25
25.08.2009	Järve Biopuhastus OÜ	99	92,1	91,1	35,4	50	13899	38
15.09.2009	Järve Biopuhastus OÜ	98,8	78,7	50	-33,3	38	12594	23
20.10.2009	Järve Biopuhastus OÜ	100	95,7	88,8	94,2	109	35631	66
13.01.2010	Järve Biopuhastus OÜ	99,3	96,9	95,9	96,4	49	13326	25
21.01.2009	Pärnu Vesi AS	98,9	97,6	49,1	95,9	34	8535	43
17.02.2009	Pärnu Vesi AS	97,2	96,5	39,1	92,5	41	7720	36
18.03.2009	Pärnu Vesi AS	96,6	100	41,7	83,5	34	11715	59
15.04.2009	Pärnu Vesi AS	97,6	97,9	95,8		55	11705	59
13.05.2009	Pärnu Vesi AS	98,9	97,1	81,1	92,8	43	8393	42
10.06.2009	Pärnu Vesi AS	98,5	96,7	19,6	96,1	31	11149	56
8.07.2009	Pärnu Vesi AS	97,5	80,8	84,8	90,8	69	8798	44
5.08.2009	Pärnu Vesi AS	98,8	98,7	80	97,9	27	7159	36
31.08.2009	Pärnu Vesi AS	98,9	97,2	80	96,1	66	8593	86
30.09.2009	Pärnu Vesi AS	95,1	91	64,4	74,5	21	12509	63
28.10.2009	Pärnu Vesi AS	100	100	15,4	68,2	59	20175	202
26.01.2010	Pärnu Vesi AS	98,1	96,7	45,9	56	109	8494	85
10.02.2009	Rakvere Veevärk AS	100	98,9	82,6	87,7	30	10072	50
10.03.2009	Rakvere Veevärk AS	99	98,4	77,8	92,1	28	8184	41
7.04.2009	Rakvere Veevärk AS	98,5	99,9	18,8	80,7	40	18149	91
6.05.2009	Rakvere Veevärk AS	98	100	59,3	95,9	60	9744	97
3.06.2009	Rakvere Veevärk AS	98,1	97,5	75,5	99,3	72	8788	88
1.07.2009	Rakvere Veevärk AS	98,2	100	83	95,2	68	8561	86
14.07.2009	Rakvere Veevärk AS	100	97,4	80,5	92,4	258	20822	208
25.08.2009	Rakvere Veevärk AS	98,8	98,4	81,8	96,5	78	10023	100
15.09.2009	Rakvere Veevärk AS	99,1	99,3	78,7	95,7	52	7001	70
20.10.2009	Rakvere Veevärk AS	97,9	96,7	58,4	94,7	151	18929	189
13.01.2010	Rakvere Veevärk AS	100	98,6	81,5	93,9	39	9700	49
4.02.2009	Tartu Veevärk AS	98	96,4	67,4	96,5	andmed puuduvad	27000	108

4.03.2009	Tartu Veevärk AS	90	92,3	37,9	82,9	andmed puuduvad	30392	122
1.04.2009	Tartu Veevärk AS	98	93,3	4,6	90,5	andmed puuduvad	58256	233
28.04.2009	Tartu Veevärk AS	97,2	99,4	58,6	77,3	andmed puuduvad	33400	134
2.06.2009	Tartu Veevärk AS	92,9	92,6	78,3	91,2	andmed puuduvad	23400	94
24.06.2009	Tartu Veevärk AS	99,1	97,9	63,1	94,9	andmed puuduvad	24812	99
21.07.2009	Tartu Veevärk AS	94,2	95,7	81,2	55,9	andmed puuduvad	32000	128
18.08.2009	Tartu Veevärk AS	94	95,6	70,3	87	andmed puuduvad	34000	136
22.09.2009	Tartu Veevärk AS	97,3	97,6	59,1	90	andmed puuduvad	23600	94
14.10.2009	Tartu Veevärk AS	97,9	96,4	73,8	79,3	andmed puuduvad		
19.01.2010	Tartu Veevärk AS	95,4	92,7	57,1	68,9	andmed puuduvad		
3.02.2009	Viljandi Veevärk AS	100	98	56,9	87,7	88	4530	64
4.03.2009	Viljandi Veevärk AS	98,8	94,8	38	87,3	28	1490	21
1.04.2009	Viljandi Veevärk AS	93,2	94,7	39,4	84,6	49	6728	95
28.04.2009	Viljandi Veevärk AS	96,8	97,8	50	87,6	94	5114	72
3.06.2009	Viljandi Veevärk AS	95,2	99	84,4	98,2	64	3534	50
24.06.2009	Viljandi Veevärk AS	97,7	97,8	88,5	90	76	3992	56
21.07.2009	Viljandi Veevärk AS	97,1	99,3	75,2	61,2	65	6132	86
18.08.2009	Viljandi Veevärk AS	100	91,9	91,5	69	46	5772	81
22.09.2009	Viljandi Veevärk AS	98	99,3	90,2	97,5	89	4043	57
14.10.2009	Viljandi Veevärk AS	98,1	97,7	80	65,4	79	6547	92
19.01.2010	Viljandi Veevärk AS	96,8	98,2	66,7	93,6	78	4130	58

4.4.3. Aktiivmuda uuringu tulemused

Aktiivmudasegu koosneb väga paljudest erinevatest organismidest. Need organismid sisenevad aktiivmudaprotsessi reoveest. Enamik organismidest on vabalt ujuvad mittepatogeensed mikroorganismid ning nende detekteerimiseks aktiivmudasegust on vaja mikroskoobi abi. Aktiivmudasegus esineb ka makroorganisme, keda on võimalik näha ka ilma mikroskoobita, kuid neid on tavaliselt väga vähesel määral.

Aktiivmudasegu bioota areng ning vananemine toimub aktiivmuda vananemise, suureneva lahustunud hapniku (DO) kontsentratsiooni ning väheneva saasteainete hulga kaudu. Aktiivmudasegu areng ning vananemine on kergesti kirjeldatav sammude reana, kus igale sammule on iseloomulikud muutused dominantsete organismide arvus, tüübis jne.

Bioloogilise puhastuse efektiivsus oleneb keskkonna pH-st (soodus pH=6...9), temperatuurist (soodus T=+10...30°C, temperatuuri tõus 10°C võrra suurendab protsessi kiirust kaks korda), nõutav on N ja P ning anorgaaniliste mikroelementide olemasolu, mis aktiveerivad ensüüme. Optimaalne tarbitava N ja P hulk sõltub reovee BHT-st ja on paljudel juhtudel vahekorras BHT:N:P – 100:5:1. Osa toitainetest muutub rakumassiks ja osa elusprotsesse ülalpidavaks energiaks. Arvatakse, et aktiivmudaprotsessis BHT-na väljenduvast olmereovee toitainest 30-50% laguneb süsinikdioksiidini, andes energiat, 40-45% jääb vette ülejääva muda vormis, mis on võimalik kõrvaldada setitamise teel ja umbes 10% jääb lahustatuna vette või nii peeneks hõljumiks, et seda ei saa setitamisega eemaldada (Bitton, 2005, Thiel, 2002).

Arvutuslikud parameetrid on arvutatud vastavalt peatükis 3.2.6. Aktiivmudaprotsessi parameetrid kirjeldatud meetodikatele. Mikrobioloogilise koosluse kirjeldamisel määrati aktiivmudasegus leiduvate mikroorganismide tüübid, kuid klassifitseerimist kitsamal kujul läbi ei viidud. Filamentseid organisme määrati aktiivmudasegudest, kus esines silmaga nähtavaid probleeme puhastil.

Seletused tabelitele 7 ja 8:

- Akt – analüüsi akti number
- Kuupäev – proovi võtmise kuupäev
- Liin – vaadeldud puhastitel võeti aktiivmuda proove kõigist proovivõtu ajal töötanud liinidest, tabelis tähistavad numbrid liini kokkuleppelist numbrit.
- FI – filamentide indeks skaalal 1-6
- HA tagastusmuda – hõljuvaine (biomassi) sisaldus tagastusmudas/liigmudas (mg/l)
- Hõljuvaine – hõljuvaine (biomassi) kontsentratsioon aktiivmudasegus (mg/l)
- DO – lahustunud hapniku kontsentratsioon aktiivmudasegus (mg/l)
- WAS – liigmuda maht ööpäevas (m³/d)

- F/M – mudakoormus, aktiivmudaprotsessi sisenevate toitainehulga ja aerotankis olevate mikroorganismide (bakterite) suhe (d^{-1})
- MCRT - Aktiivmuda keskmine viibeaeg on ajahulk päevades, mille kestel biomass püsib aktiivmudaprotsess (d)
- SVI - mudaindeks on parameeter, mis on edasi arendatud muda settivuse testist ja võtab arvesse ka hõljumi hulka. SVI defineeritakse kui ruumala milliliitrites, mille hõivab 1 g aktiivmuda peale settimist 30 minuti jooksul. (ml/g)
- Muda settivus, % - settinud muda ruumala, %
- SA – muda vanus, ajahulk päevades, mille kestel hõljuvained (bakterid) viibivad aerotankis (d)
- Temperatuur – aktiivmudasegu temperatuur aerotankis, °C
- Vabalt ujuvad nematoodid - iseloomulikud stabiilsetele aktiivmudaprotsessidele, mida iseloomustab pikem MCRT ja kõrge DO kontsentratsioon. Toituvad bakteritest, seentest, väiksematest algloomadest ning vahel ka teistest nematoodidest (Gerardi, 2008; Glymph, 2005).
- Filamentsed organismid - bakterid, seened ja vetikad, kelle rakud ei eraldu üksteisest peale pooldumist. Mitmetest rakkudest koosnevad filamendid tekivad sellel viisil. Mõningatel juhtudel ei saa rakud eemalduda ka neid ümbritseva kesta tõttu. Vaheseinad esinevad alati filamendi rakkude vahel. Samas aga pole need alati mikroskoobis nähtavad. Filamentsete organismide kasv on hea indikaator hindamaks reoveepuhastusprotsesside seisukorda.
- Proto- ja metazoa – kirjeldab aktiivmudasegus leiduvaid algloomade ning hulkraksete loomade tüüpe
- Aktiivmuda helveste suurus - suured kompaktsed helbed settivad kiiresti. Aktiivmuda segus esineb ka peaaegu alati väikseid helbeid. Kui nende osahulk pole aga liiga kõrge, siis kantakse nad välja hõljuvkihiga. Kõrge väikeste helveste osahulk (>25%) võib aga tekitada olukorra, kus muda kantakse välja heitveega. Diameetri järgi jaotatakse aktiivmudahelbed: < 25 μm – väikesed; 25-250 μm – keskmised; 250-500 μm – suured; > 500 μm – ülisuured
- Aktiivmudahelveste morfoloogia – aktiivmudahelveste kuju, tugevus, sildumine jne vastavalt peatükis 3.2.6. Aktiivmudaprotsessi parameetrid kirjeldatud meetodikatele.

Tabel 15. Aktiivmuda uuringu tulemused, arvutuslikud parameetrid.

Akt	Kuupäev	Proovivõtukohta valdaja	liin	Hõljuvaine	HA tagastusmuda	WAS	F/M	MCRT	SVI	Muda settivus, %	SA	DO	Temperatuur
EE09001040	7.05.2009	Järve Biopuhastus OÜ	2	8100	12020	360	0,02	37,4	108,6	88	22,4	2,5	14,8
EE09001039	7.05.2009	Järve Biopuhastus OÜ	3	7820	12020	360	0,02	36,1	115,7	90,5	21,6	3	14,8
EE09001273	4.06.2009	Järve Biopuhastus OÜ	1	8440	13000	154	0,02	84,3	104,3	88	40,1	3	20,1
EE09001271	4.06.2009	Järve Biopuhastus OÜ	2	8880	13000	154	0,01	88,7	101,4	90	42,2	2,4	20,4
EE09001272	4.06.2009	Järve Biopuhastus OÜ	3	9040	13000	154	0,01	90,3	99,6	90	42,9	3,9	20,6
EE09001593	2.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	1	8340	13200	154	0,02	82,1	104,9	87,5	46,7	3,1	22,1
EE09001594	2.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	2	8380	13200	154	0,02	82,4	101,4	85	47	2,3	22,2
EE09001595	2.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	3	7320	13200	154	0,02	72	110,7	81	41	2,4	22,4
EE09001743	14.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	1	8240	13440	123	0,21	9	93,4	77	4,2	2,7	21,8
EE09001744	14.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	2	7960	13440	123	0,22	8,7	93	74	4,1	2,3	21,9
EE09001745	14.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	3	7900	13440	123	0,22	8,6	91,1	72	4	2,7	22
EE09002111	26.08.2009	Järve Biopuhastus OÜ	1	6840	9660	166	0,02	85,3	74,6	51	47,2	2,6	21,1
EE09002112	26.08.2009	Järve Biopuhastus OÜ	2	6560	9660	166	0,02	81,8	85,4	56	45,2	2,1	21
EE09002113	26.08.2009	Järve Biopuhastus OÜ	3	6540	9660	166	0,02	81,6	62,7	41	45,1	2,7	21
EE09002397	16.09.2009	Järve Biopuhastus OÜ	1	7360	7860	20	0,01	936,4	70,7	52	103,9	2,3	19,8
EE09002398	16.09.2009	Järve Biopuhastus OÜ	2	6940	7860	20	0,01	883	69,2	48	98	1,6	19,8
EE09002399	16.09.2009	Järve Biopuhastus OÜ	3	6480	7860	20	0,01	824,4	66,4	43	91,5	2,1	19,7
EE09002795	21.10.2009	Järve Biopuhastus OÜ	1	6140					71,7	44		1,8	13,5
EE09002796	21.10.2009	Järve Biopuhastus OÜ	2	6540			0,04		116,2	76		0,8	13,3
EE09002797	21.10.2009	Järve Biopuhastus OÜ	3	7220			0,03		115	83		1,8	13,5
EE10000081	14.01.2010	Järve Biopuhastus OÜ	1	7140	12240	175	0,02	66,7	89,6	64	33,1	3,1	10,5
EE10000082	14.01.2010	Järve Biopuhastus OÜ	2	8460	12240	175	0,01	79	81,6	69	39,2	1,6	10,7
EE10000083	14.01.2010	Järve Biopuhastus OÜ	3	8600	12240	175	0,01	80,3	93	80	39,8	2,2	10,6
EE09000865	22.04.2009	Keila Vesi AS	1	3680	14340		0,14		92,4	34		7	9,8
EE09001066	12.05.2009	Keila Vesi AS	1	1960	14340	20	0,1	13	102	20	7,3		
EE09001389	16.06.2009	Keila Vesi AS	1	2420			0,19		206,6	50		1,1	14,8

EE09001727	14.07.2009	Keila Vesi AS	1	2560	3860		0,32	0,3	140,6	36	0,3	1,4	18
EE09001966	17.08.2009	Keila Vesi AS	1	3560			0,11		118	42		1	18,5
EE09002373	15.09.2009	Keila Vesi AS	1	3760	5140	15	0,08	92,7	83,8	31,5	5,4	1,7	18,1
EE09002674	13.10.2009	Keila Vesi AS	1	4500	7440	15	0,15	76,6	102,2	46	5,8	1,5	11,7
EE10000032	11.01.2010	Keila Vesi AS	1	2440	7460	20	0,11	31,1	139,3	34	8,9	1,3	6,4
EE09000877	21.04.2009	Kuressaare Veevärk AS	1	4420	7580	40	0,21	13,1	108,6	48	4,6	5,6	10
EE09000879	21.04.2009	Kuressaare Veevärk AS	2	4380	7580	40	0,21	13	98,2	43	4,6	6,1	9,9
EE09001123	20.05.2009	Kuressaare Veevärk AS	1	4600	4500	40,5	0,56	22,7	56,5	26	1,6	5	14,2
EE09001124	20.05.2009	Kuressaare Veevärk AS	2	4840	4500	40,5	0,53	23,9	49,6	24	1,7	5,2	14
EE09001465	18.06.2009	Kuressaare Veevärk AS	1	4260	7520	39	0,42	13,1	49,3	21	2,1	5,2	12,8
EE09001464	18.06.2009	Kuressaare Veevärk AS	2	3840	7520	39	0,47	11,8	52,1	20	1,9	5,9	12,6
EE09001674	8.07.2009	Kuressaare Veevärk AS	1	3840	5520	22,5	0,23	27,8	88,5	34	4,1	4,8	17,9
EE09001675	8.07.2009	Kuressaare Veevärk AS	2	3860	5520	22,5	0,23	28	77,7	30	4,1	4,6	17,9
EE09001932	12.08.2009	Kuressaare Veevärk AS	1	4460	6080	39	0,21	16,9	71,7	32	3,1	2,6	19,6
EE09001933	12.08.2009	Kuressaare Veevärk AS	2	4080	6080	40	0,23	15,1	76	31	2,8	5,3	19,4
EE09002282	9.09.2009	Kuressaare Veevärk AS	1	3020	5440	42	0,98	11,9	76,2	23	0,9	3,5	18
EE09002283	9.09.2009	Kuressaare Veevärk AS	2	2720	5440	42	1,09	10,7	95,6	26	0,8	5,7	18
EE09002621	7.10.2009	Kuressaare Veevärk AS	1	3680	8660	23	0,21	16,6	57,1	21	2,2	6,2	13,6
EE09002622	7.10.2009	Kuressaare Veevärk AS	2	3260	8660	23	0,24	14,7	62,9	20,5	2	8,3	13,5
EE09002908	4.11.2009	Kuressaare Veevärk AS	1	4740	8140	338	0,16	1,6	82,3	39	1,1	5,3	10,8
EE09002909	4.11.2009	Kuressaare Veevärk AS	2	4240	8140	338	0,18	1,4	82,5	35	1	4,9	11
EE10000217	9.02.2010	Kuressaare Veevärk AS	1	5200	7860	57	0,37	10,4	167,3	87	3,4	2,2	6,3
EE10000218	9.02.2010	Kuressaare Veevärk AS	2	5280	7860	57	0,37	10,6	168,6	89	3,5	1	6,2
EE09000825	16.04.2009	Pärnu Vesi AS	1	3260	5720	160	0,03	81,2	98,2		20	1,9	8
EE09000826	16.04.2009	Pärnu Vesi AS	2	3900	5720	140	0,02	111	156,4		24,6	9,1	8
EE09001081	14.05.2009	Pärnu Vesi AS	1	3980	7440	159	0,02	76,7	155,8	62	36,5	1,8	11,7
EE09001082	14.05.2009	Pärnu Vesi AS	2	3680	7440	138	0,02	81,7	114,1	42	36	1,8	11,6
EE09001347	10.06.2009	Pärnu Vesi AS	1	7960	11720	156	0,01	99,3	117,5	93,5	77,9		
EE09001348	10.06.2009	Pärnu Vesi AS	2	7100	11720	114	0,01	121,2	129,6	92	88,1		
EE09001698	9.07.2009	Pärnu Vesi AS	1	11100	22220	153	0,02	74,4	87,4	97	56,8	0,1	17,3
EE09001891	5.08.2009	Pärnu Vesi AS	1	12120	21120	148	0,01	88,4	78	94,5	57,9		

EE09002152	1.09.2009	Pärnu Vesi AS	1	25740	10980	116	0	460,8	35,7	92	208,1		
EE09002552	1.10.2009	Pärnu Vesi AS	1	5920	0	0			71,8	42,5		10,1	15,2
EE09002553	1.10.2009	Pärnu Vesi AS	2	9020	15640	300	0,01	43,8	105,3	95	24	0,2	14,7
EE09002879	29.10.2009	Pärnu Vesi AS	2	4560	16360	142	0,02	44,8	89,9	41	27,5	7,2	11,2
EE10000158	27.01.2010	Pärnu Vesi AS	2	2260		1637	0,08		119,5	27		11,6	2,6
EE09001037	7.05.2009	Rakvere Vesi AS	2	4080	9120	360	0,07	12,4	69,9	28,5	10,5	0,6	14,1
EE09001270	4.06.2009	Rakvere Vesi AS	2	2820	7400	360	0,13	10,6	81,6	23	5,5		
EE09001591	2.07.2009	Rakvere Vesi AS	2	2300	5180	360	0,15	12,3	100	23	5,1	0,3	19,4
EE09001741	14.07.2009	Rakvere Vesi AS	2	2100	4400	360	0,61	13,3	142,9	30	2,9	0,1	18,6
EE09002114	26.08.2009	Rakvere Vesi AS	2	3040	5320	360	0,13	15,9	69,1	21	6,9	0,3	19,8
EE09002390	16.09.2009	Rakvere Vesi AS	2	2880	3920	352	0,09	20,9	66	19	6,7	0,5	18,8
EE09002798	21.10.2009	Rakvere Vesi AS	2	3820	13440	469	0,2	6,1	55	21	2,8	0,1	11,1
EE09003003	11.11.2009	Rakvere Vesi AS	1	1640					91,5	15		0,2	7,8
EE09003002	11.11.2009	Rakvere Vesi AS	2	4220					54,5	23		0,2	10,1
EE10000078	14.01.2010	Rakvere Vesi AS	1	4000	12240	1368	0,05	2,4	60	24	2,3	0,5	7
EE10000079	14.01.2010	Rakvere Vesi AS	2	3080	12240	256	0,06	9,8	68,2	21	8	0,3	7,7
EE09000941	29.04.2009	Tartu Veevärk AS	1	5400	5600	7500	0,17	0,7	166,7	90	0,6	0,1	10,8
EE09000942	29.04.2009	Tartu Veevärk AS	2	5180	5600	7500	0,17	0,7	166	86	0,6	0,7	11,2
EE09001224	3.06.2009	Tartu Veevärk AS	1	5100	5600	11500	0,06	0,4	186,3	95	0,4	0,1	13,5
EE09001225	3.06.2009	Tartu Veevärk AS	2	5620	5600	11500	0,05	0,5	167,3	94	0,5	2,2	14
EE09001495	25.06.2009	Tartu Veevärk AS	2	6460	9400	8100	0,13	0,5	137,8	89	0,4	0,4	14,2
EE09001491	25.06.2009	Tartu Veevärk AS	1	6360	9400	8100	0,13	0,5	144,7	92	0,4	0,3	14,4
EE09001806	22.07.2009	Tartu Veevärk AS	2	6200	9300	11500	0,09	0,3	143,5	89	0,3	0,3	16,2
EE09001804	22.07.2009	Tartu Veevärk AS	1	5640	9300	11500	0,1	0,3	152,5	86	0,3	0,1	16,1
EE09002032	19.08.2009	Tartu Veevärk AS	1	4940	10440	13500	0,19	0,2	121,5	60	0,2	0,1	16,4
EE09002033	19.08.2009	Tartu Veevärk AS	2	5460	10440	13500	0,17	0,2	122,7	67	0,2	0,1	16,4
EE09002456	22.09.2009	Tartu Veevärk AS	1	6560	9600	27300	0,1	0,1	140,2	92	0,1	0,1	15,6
EE09002457	22.09.2009	Tartu Veevärk AS	2	6520	9600	27300	0,1	0,1	138,8	90,5	0,1	0,1	15,8
EE09002704	15.10.2009	Tartu Veevärk AS	1	3660	7340		0,02		98,4	36		3,5	9,2
EE09002703	15.10.2009	Tartu Veevärk AS	2	3200	7340		0,03		93,8	30		4,6	8,7
EE10000106	20.01.2010	Tartu Veevärk AS	1	5700	10320				168,4	96		1,3	7,1

EE10000107	20.01.2010	Tartu Veevärk AS	2	5300	10320				183	97		0	6,9
EE09000948	29.04.2009	Viljandi Veevärk AS	1	5140	8380	90	0,05	20,1	164,4	84,5	12,5	0,1	10,1
EE09000949	29.04.2009	Viljandi Veevärk AS	2	4920	8380	90	0,05	19,2	154,5	76	12	0,1	9,5
EE09001222	3.06.2009	Viljandi Veevärk AS	1	4380	8880	707	0,04	2,1	207,8	91	14,6	1,5	13
EE09001496	25.06.2009	Viljandi Veevärk AS	1	4920	8040	998	0,04	1,8	124	61	1,7	0,1	14,6
EE09001498	25.06.2009	Viljandi Veevärk AS	2	5100	8040	998	0,04	1,9	113,7	58	1,7	0,1	14,3
EE09001802	22.07.2009	Viljandi Veevärk AS	1	3140	6780	1226	0,05	1,1	159,2	50	10,8	0,1	16,2
EE09001803	22.07.2009	Viljandi Veevärk AS	2	3640	6780	1226	0,05	1,3	126,4	46	12,5	0,3	15,5
EE09002035	19.08.2009	Viljandi Veevärk AS	1	3340	5480	1443	0,04	1,2	152,7	51	27,5	1	15,7
EE09002036	19.08.2009	Viljandi Veevärk AS	2	4000	5480	1443	0,03	1,5	147,5	59	33	0,1	15,7
EE09002460	23.09.2009	Viljandi Veevärk AS	1	5540	7820	101	0,04	20,7	133,6	74	10	0,2	15,7
EE09002461	23.09.2009	Viljandi Veevärk AS	2	4660	7820	102	0,05	17,2	167,4	78	8,3	0,1	15,6
EE09002706	15.10.2009	Viljandi Veevärk AS	1	3880	6900	80	0,05	20,7	221,6	86	11,8	4,1	10,2
EE09002707	15.10.2009	Viljandi Veevärk AS	2	3740	6900	82	0,05	19,5	194,7	72,8	11,2	2,5	10,4
EE10000115	20.01.2010	Viljandi Veevärk AS	1	5220	8300	50	0,04	37,1	185,8	97	20,2	1,1	5,7
EE10000116	20.01.2010	Viljandi Veevärk AS	2	4640	8500	60	0,04	26,8	209,1	97	16	0,3	6,3

Tabel 16. Aktiivmuda uuringu tulemused, mikrobioloogiline koostus

Akt	Kuupäev	Proovivõtukohta valdaja	liin	Vabalt ujuvad nematoodid	FI	Proto- ja metazoa	Aktiivmudahelveste suurus	Aktiivmudahelveste morfoloogia	Kommentaariid
EE09001040	7.05.2009	Järve Biopuhastus OÜ	2	leidub	4		suur	Lahtine. nõrk, helvestevahelised sillad	Töötavates aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega. Kohati olid aerotankide pinnad kaetud vahutaoliste mudalaikudega, järelsetiite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi
EE09001039	7.05.2009	Järve Biopuhastus OÜ	3	Ei leidu	4		suur	Lahtine, nõrk	
EE09001273	4.06.2009	Järve Biopuhastus OÜ	1	Leidub	4	Loimurid, roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, amööbid	suur	Helbed kollased ebakorrapärase kujuga, esineb helvestevahelist sildumist	F=4
EE09001271	4.06.2009	Järve Biopuhastus OÜ	2	Ei leidu	4	Roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, algae, amööbid, rotaatorid	suur	Helbed ebakorrapärase kujuga, kollased, esineb helvestevahelist sildumist	FI=4
EE09001272	4.06.2009	Järve Biopuhastus OÜ	3	Leidub	4	Roomavad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, amööbid, flagellaadid, rotaatorid	suur	Helbed kollased ebakorrapärase kujuga, esineb helvestevahelist sildumist	FI=4
EE09001593	2.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	1	Ei leidu	3	Loimurid, ripsloomad	keskmise	Ümmargused tugevad, kompaktsed helbed	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, aerotankide alguse- ja lõpuosas oli vee pinnal õhuke vahutav muda kiht. Järelsetiite pinnal olid väikesed lemmelilaigud. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi.
EE09001594	2.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	2	Ei leidu	3	Loimurid, ripsloomad, flagellaadid, rotaatorid	suur	Ebakorrapärased, nõrgad lahtised helbed	
EE09001595	2.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	3	Ei leidu	3	Flagellaadid, ripsloomad, fungid, spirochaete	suur	Ebakorrapärased, nõrgad lahtised helbed	
EE09001743	14.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	1	Ei leidu	4	Loimurid, roomavad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, amööbid, rotaatorid	ülisuur	Ebakorrapärased tugevad lahtise struktuuriga	Aktiivmuda oli pruuni värvusega, aga kohati ujus aerotankide pinnal mudast vahtu. Järelsetiite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi.
EE09001744	14.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	2	Ei leidu	3	Flagellaadid, amööbid, rotaatorid, loimurid, kinnitunud ripsloomad, roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad	suur	Ebakorrapärane, tugevad lahtised helbed	
EE09001745	14.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	3	Ei leidu	4	Loimurid, amööbid, ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad	ülisuur	Ebakorrapärased tugevad, lahtine struktuur	

EE09002111	26.08.2009	Järve Biopuhastus OÜ	1	Leidub	4	Roomavad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, loimurid, flagellaadid, amööbid, rotaatorid, Aelosoma sp	suur	Ebakorrapärase kujuga pruunikaskollased tugevad lahtised helbed, helvestevahelist sildumist ei esine	Töötasid kõik kolm biopuhastuse liini, kuid esimene järelsetiti oli süsteemist välja lülitatud. Seda puhastatav vesi ei läbinud.
EE09002112	26.08.2009	Järve Biopuhastus OÜ	2	Ei leidu	4	Roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, loimurid, amööbid, rotaatorid	suur	Ebakorrapärase kujuga pruunikaskollased tugevad lahtised helbed, helvestevahelist sildumist ei esine	Aktiivmuda oli aerotankis pruuni värvusega, järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötab puhastusseade hästi
EE09002113	26.08.2009	Järve Biopuhastus OÜ	3	Ei leidu	3	Vabalt ujuvad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, amööbid, rotaatorid, loimurid, algae	suur	Ebakorrapärase kujuga tugevad pruunid lahtised helbed, helvestevahelist sildumist ei esine	
EE09002397	16.09.2009	Järve Biopuhastus OÜ	1	Ei leidu	2	Kinnitunud ripsloomad, roomavad ripsloomad, loimurid, flagellaadid, amööbid, algae	suur	Ebakorrapärase kujuga nõrgad lahtised helbed, helvestevahelist sildumist ei esine	Aktiivmuda oli pruuni värvusega, aerotankide pinnal ujus laiguti mudast vahtu. Järelsetitite pinnad olid puhtad. Esmapilgul oleks võinud puhastusseadme töö visuaalse vaatluse alusel heaks lugeda. Kergestimuutuvate parameetrite mõõtmise ajal selgus siiski, et puhastist väljuv vesi oli tugevalt pruuni värvusega, meenutades toonilt tuhamägede nõrgvett. Ilmselt oli mingi keemiatööstuse jääkaine suutnud reoveepuhastit läbida. Samuti oli heitvesi hägune. Tõenäoliselt kandus aktiivmuda järelsetititest välja.
EE09002398	16.09.2009	Järve Biopuhastus OÜ	2	Ei leidu	2	Kinnitunud ripsloomad, roomavad ripsloomad, amööbid, rotaatorid	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga nõrgad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	
EE09002399	16.09.2009	Järve Biopuhastus OÜ	3	Ei leidu	2	Roomavad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, flagellaadid, harjasussid, amööbid, rotaatorid	suur	Ebakorrapärase kujuga nõrgad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	
EE09002795	21.10.2009	Järve Biopuhastus OÜ	1	Leidub	3	Roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, harjasussid, flagellaadid, amööbid, rotaatorid	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga tugevad lahtised helbed, helvestevahelist sildumist ei esine	palju amööbe
EE09002796	21.10.2009	Järve Biopuhastus OÜ	2	Ei leidu	3	Vabalt ujuvad ripsloomad, roomavad ripsloomad, flagellaadid, amööbid, rotaatorid, loimurid, harjasussid	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga tugevad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	palju amööbe
EE09002797	21.10.2009	Järve Biopuhastus OÜ	3	Ei leidu	3	Vabalt ujuvad ripsloomad, roomavad ripsloomad, loimurid, amööbid, harjasussid	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga tugevad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	palju amööbe
EE10000081	14.01.2010	Järve Biopuhastus OÜ	1	Ei leidu	3	Vabalt ujuvad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, flagellaadid, amööbid	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga nõrgad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	palju amööbe/ flagellaate

EE10000082	14.01.2010	Järve Biopuhastus OÜ	2	Ei leidu	3	Kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, amööbid	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga nõrgad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	palju amööbe/ flagellaate
EE10000083	14.01.2010	Järve Biopuhastus OÜ	3	Ei leidu	3	Kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, amööbid	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga nõrgad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	palju amööbe/ flagellaate
EE09000865	22.04.2009	Keila Vesi AS	1	leidub	4	Filamentsed organismid - Nocardia, N.Limicola, Type 0041, Type 0092, Type 0675, Type 0914	ülisuur	ebakorrapärane	Aeratsioonikambri pinda kattis paks mudane vahu kiht. Läbi selle ei olnud võimalik aktiivmuda värvust kindlaks teha. Järelsetiti pind oli puhas
EE09001066	12.05.2009	Keila Vesi AS	1	Ei leidu	4	Filamentsed organismid - M.parvicella, Type 0041, Type 0092, Type 0675, Nocardia, H.Hydrossis, N.Limicola, Type 1701	keskmine	Ebakorrapärane, tugev, helvestevahelised sillad	FI=4, Visuaalsel hinnangul oli olukord normaliseerunud. Aktiivmuda oli pruuni värvusega, aerotankide pinnal ujus laiguti mudast vahtu. Järelsetitite pinnad olid puhtad.
EE09001389	16.06.2009	Keila Vesi AS	1	Leidub	6	Vabalt ujuvad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, roomavad ripsloomad, flagellaadid, amööbid, rotaatorid, tetraadid, algae, filamentsed organismid - Microthrix parvicella, tüüp 0041, tüüp 0092, tüüp 0675, Nocardia	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga kollakaspruunid tugevad helbed, esineb helvestevahelist sildumist	FI=6, . Aktiivmuda oli ilusa pruuni värvusega, kuid aeratsioonikambri pinda kattis mudavahu kiht. Üks õhustuskambri segisti purunes ja see asendati anoksilisest kambrist võetud analoogilise riistaga.
EE09001727	14.07.2009	Keila Vesi AS	1	Leidub	5	Roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, flagellaadid, amööbid, rotaatorid, fungi, algae	ülisuur	Ebakorrapäraseid tugevad lahtised helbed	Avarii ajal aeratsioonikambri põhja settinud ja halbades õhustustingimustes viibinud muda olevat tõusnud pinnale. Järelsetiti pind oli puhas. Üldjoones võis puhastusseadme töörežiimi visuaalselt hinnates siiski üsna heaks pidada.
EE09001966	17.08.2009	Keila Vesi AS	1	Leidub	4	Roomavad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, rotaatorid, algae, fungi	suur	Ebakorrapärase kujuga kuldpruunid nõrgad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	hea
EE09002373	15.09.2009	Keila Vesi AS	1	Ei leidu	4	Roomavad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, rotaatorid, fungi ja pärm	suur	Ebakorrapärase kujuga tugevad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	hea
EE09002674	13.10.2009	Keila Vesi AS	1	Leidub	3	Kinnitunud ripsloomad, roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, amööbid, rotaatorid	suur	Ebakorrapärase kujuga tugevad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	hea

EE10000032	11.01.2010	Keila Vesi AS	1	Leidub	6	Vabalt ujuvad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, roomavad ripsloomad, flagellaadid, amööbid, rotaatoridspirochaete, algae	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga nõrgad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	FI=5 Aktiivmuda oli ilusa pruuni värvusega, kuid aeratsioonikambri pinda kattis mudavahu kiht.
EE09000877	21.04.2009	Kuressaare Veevärk AS	1	Ei leidu	3		keskmine	Kompaktne, tugev	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, jälsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhasti hästi.
EE09000879	21.04.2009	Kuressaare Veevärk AS	2	Ei leidu	2		keskmine	Kompaktne, tugev	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, jälsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhasti hästi.
EE09001123	20.05.2009	Kuressaare Veevärk AS	1	Leidub	3	Rotaatorid, kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, amööbid	suur	Helbed kollased ebakorrapärase kujuga, avatud	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, jälsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhasti hästi.
EE09001124	20.05.2009	Kuressaare Veevärk AS	2	Leidub	4	Flagellaadid, kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, rotaatorid, amööbid, algae	suur	Ebakorrapärase kujuga kollased, lahtised helbed	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, jälsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhasti hästi.
EE09001465	18.06.2009	Kuressaare Veevärk AS	1	Leidub	3	Vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, amööbid, rotaatorid, spiraalbakterid, algae	suur	Ebakorrapärase kujuga tugevad lahtised helbed, helvestevahelist sildumist ei esine	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, jälsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhasti hästi , palju zoogleat
EE09001464	18.06.2009	Kuressaare Veevärk AS	2	Ei leidu	3	Kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, roomavad ripsloomad, flagellaadid, amööbid, rotaatorid, algae	suur	Ebakorrapärase kujuga tugevad lahtised helbed, helvestevahelist sildumist ei esine	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, jälsetitite pinnal oli õhuke muda kiht. Visuaalsel hinnangul töötas puhasti siiski üsna hästi
EE09001674	8.07.2009	Kuressaare Veevärk AS	1	Leidub	4	Flagellaadid, ripsloomad, rotaatorid, fungid	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga nõrgad lahtised helbed	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, jälsetitite pinnal oli õhuke muda kiht. Visuaalsel hinnangul töötas puhasti siiski üsna hästi
EE09001675	8.07.2009	Kuressaare Veevärk AS	2	Leidub	4	Ripsloomad, flagellaadid, fungid	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga nõrgad lahtised helbed	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, jälsetitite pinnal oli õhuke muda kiht. Visuaalsel hinnangul töötas puhasti siiski üsna hästi
EE09001932	12.08.2009	Kuressaare Veevärk AS	1	Leidub	4	Kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, amööbid, rotaatorid, fungi	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga kuldpruunid nõrgad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, jälsetitite pinnal oli õhuke muda kiht. Visuaalsel hinnangul töötas puhasti siiski üsna hästi
EE09001933	12.08.2009	Kuressaare Veevärk AS	2	Ei leidu	4	Kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, rotaatorid, fungi ja pärm	suur	Ebakorrapärase kujuga kuldpruunid nõrgad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, jälsetitite pinnal oli õhuke muda kiht. Visuaalsel hinnangul töötas puhasti siiski üsna hästi
EE09002282	9.09.2009	Kuressaare Veevärk AS	1	Ei leidu	3	Kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, roomavad ripsloomad, flagellaadid, rotaatorid, algae	suur	Ebakorrapärase kujuga tugevad pruunikaskollased lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, jälsetitite pinnal oli õhuke muda kiht. Visuaalsel hinnangul töötas puhasti siiski üsna hästi
EE09002283	9.09.2009	Kuressaare Veevärk AS	2	Ei leidu	3	Kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, rotaatorid	suur	Ebakorrapärase kujuga tugevad pruunikaskollased lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, jälsetitite pinnal oli õhuke muda kiht. Visuaalsel hinnangul töötas puhasti siiski üsna hästi

EE09002621	7.10.2009	Kuressaare Veevärk AS	1	Ei leidu	3	Kinnitunud ripsloomad, roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, amööbid, spiraalbakterid	suur	Ebakorrapärase kujuga tugevad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, järelsetitite pinnad olid puhtad. Kuressaare Veevärgi esindaja sõnul oli
EE09002622	7.10.2009	Kuressaare Veevärk AS	2	Ei leidu	4	Kinnitunud ripsloomad, roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, falgellaadid, amööbid, rotaatorid, algae	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga tugevad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	liigmuda tsentrifuugi laager purunenud ja muda kontsentratsioon aerotankides liiga kõrge. Visuaalsel hinnangul töötas puhasti siiski hästi.
EE09002908	4.11.2009	Kuressaare Veevärk AS	1	Leidub	3	Roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, flagellaadid, amööbid, rotaatorid, algae	suur	Ebakorrapärase kujuga tugevad lahtised helbed, helvestevahelist sildumist ei esine	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, järelsetitite pinnal oli õhuke muda kiht.
EE09002909	4.11.2009	Kuressaare Veevärk AS	2	Ei leidu	3	Kinnitunud ripsloomad, roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, amööbid, algae	suur	Ebakorrapärase kujuga tugevad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Visuaalsel hinnangul töötas puhasti siiski üsna hästi
EE10000217	9.02.2010	Kuressaare Veevärk AS	1	Leidub	3	Roomavad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, amööbid, spirillid, fungi	suur	Ebakorrapärase kujuga kollakaspruunid tugevad lahtised helbed, helvestevahelist sildumist ei esine	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, järelsetitite pinnal oli õhuke muda kiht.
EE10000218	9.02.2010	Kuressaare Veevärk AS	2	Leidub	3	Roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, flagellaadid, amööbid	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga kollakaspruunid tugevad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Visuaalsel hinnangul töötas puhasti siiski üsna hästi
EE09000825	16.04.2009	Pärnu Vesi AS	1	Ei leidu	4		suur	Lahtine, nõrk	Aktiivmuda oli mõlemas liinis pruuni värvusega. Järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi.
EE09000826	16.04.2009	Pärnu Vesi AS	2	Ei leidu	4		suur	Lahtine, nõrk	
EE09001081	14.05.2009	Pärnu Vesi AS	1	Ei leidu	4	Filamentsed organismid - M.parvicella, Type 0041, Type 0675 (?), Nocardia, N.limicola, Type 1701	keskmine	Lahtine, nõrk, esineb helvestevahelisi sildasid	Aeratsioonikambri pinda kattis paks mudane vahu kiht. Läbi selle ei olnud võimalik aktiivmuda värvust kindlaks teha. Järelsetiti pind oli puhas
EE09001082	14.05.2009	Pärnu Vesi AS	2		5	Filamentsed organismid - M. parvicella, Type 0041, Type 0803, N.limicola spp, S.natans (?), Thiothrix	suur	ebakorrapärane, tugev, esineb helvestevahelist sildumist	
EE09001347	10.06.2009	Pärnu Vesi AS	1	Ei leidu	5	Flagellaadid, kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, rotaatorid, roomavad ripsloomad, amööbid, algae	suur	Kollased lahtised ebakorrapärase kujuga	Vahetult proovivõtu alguses läks rikki üks tagastusmuda pump. Muda tagastati ainult esimeses liinis. Puhasti inhibiti siiski veel

EE09001348	10.06.2009	Pärnu Vesi AS	2	Ei leidu	5	Rotaatorid, algae, flagellaadid, amööbid, vabalt ujuvad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad	suur	Ebakorrapärase kujuga kollased avatud helbed, esineb sildumist	liinis. Reovett juhiti siiski veel mõlemasse liini. Aktiivmuda oli liinides pruuni värvusega. Mõlema liini esimesi õhustuskambreid kattis õhuke, teisi kambreid paks muda kiht. Järelsetitite pinnad olid puhtad. Aktiivmuda pundumine
EE09001698	9.07.2009	Pärnu Vesi AS	1	Leidub	4	Vabalt ujuvad ripsloomad, roomavad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, rotaatorid, algae, spirochete	ülisuur	Ebakorrapäraseid tugevad lahtised pundunud helbed	Mõlema liini esimesi õhustuskambreid kattis õhuke, teisi kambreid paks muda kiht. Järelsetitite pinnad olid puhtad. Teise liini järelsetitist kandus siiski pisut muda välja. Aktiivmuda pundumine
EE09001891	5.08.2009	Pärnu Vesi AS	1	Ei leidu	4	Roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, amööbid, algae, <i>Litonotus</i> sp	suur	Ebakorrapärase kujuga pruunid tugevad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Aktiivmuda pundumine
EE09002152	1.09.2009	Pärnu Vesi AS	1	Leidub	4	Roomavad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, amööbid, rotaatorid, algae	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga pruunid tugevad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist, aktiivmuda pundumine	Aktiivmuda pundumine, Töötas ainult esimene liin. Selle aerotankite pinnal oli paks muda kiht. Aktiivmuda oli siiski pruun ja järelsetiti pind puhas. Teise liini puhul tundus, et see oli alles hiljaaegu käivitatud. Aktiivmuda ei olnud veel tekkinud ja aerotankides oli must reovesi. Väljavoolu teise liini järelsetitist ei toimunud, vee tase oli seal hammasülevoolest tunduvalt madalam.
EE09002552	1.10.2009	Pärnu Vesi AS	1	Ei leidu	4	Roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, tetraadid, flagellaadid, amööbid, spiraalbakterid, algae	suur	Ebakorrapärase kujuga nõrgad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Aktiivmuda oli liinides pruuni värvusega. Mõlema liini esimesi õhustuskambreid kattis õhuke, teisi kambreid paks muda kiht. Järelsetitite pinnad olid puhtad.
EE09002553	1.10.2009	Pärnu Vesi AS	2	Ei leidu	4	Kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, amööbid, rotaatorid, algae	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga nõrgad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Järelsetitite pinnad olid puhtad.
EE09002879	29.10.2009	Pärnu Vesi AS	2	Ei leidu	5	Vabalt ujuvad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, flagellaadid, amööbid, algae, Filamentsed organismid - <i>M.parvicella</i> , <i>Nocardia</i> , <i>H.hydrossis</i> .	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga tugevad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Aktiivmuda pundumine, hõljumi väljakandumist ei täheldatud.

						N.limicola II			
EE10000158	27.01.2010	Pärnu Vesi AS	2	Ei leidu	5	Kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, testaatamööbid, spirillid	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga nõrgad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Peamiselt flagellaadid, aktiivmuda pundumine, hõljumi väljakandumist ei täheldatud.
EE09001037	7.05.2009	Rakvere Vesi AS	2	Leidub	2		keskmise	Kompaktne, tugev	hea
EE09001270	4.06.2009	Rakvere Vesi AS	2	Leidub	2	Rotaatorid, spirostomum sp, Kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, vabalt ujuvad rakud	keskmise	Helbed tugevad ümmarguse kujuga, helvestevahelist sildumist ei esine	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega. Järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade hästi.
EE09001591	2.07.2009	Rakvere Vesi AS	2	Leidub	2	Amööbid, ripsloomad, fungid, Spirostomum sp	ülisuur	Ümmargused tugevad kompaktsed helbed	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega. Järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade hästi.
EE09001741	14.07.2009	Rakvere Vesi AS	2	Ei leidu	2	Kinnitunud ripsloomad, roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, loimurid, flagellaadid, amööbid, rotaatorid, vetikad	suur	Ebakorrapäraseid tugevad kompaktsed helbed	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega. Järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade hästi.
EE09002114	26.08.2009	Rakvere Vesi AS	2	Ei leidu	2	Vabalt ujuvad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, roomavad ripsloomad, loimurid, flagellaadid, amööbid, rotaatorid, algae, Litonotus sp, h	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga tugevad pruunid kompaktsed helbed, helvestevahelist sildumist ei esine	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega. Järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade hästi.
EE09002390	16.09.2009	Rakvere Vesi AS	2	Ei leidu	2	Kinnitunud ripsloomad, roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, harjasussid, loimurid, flagellaadid, amööbid, rotaatorid	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga tugevad kompaktsed helbed, helvestevahelist sildumist ei esine	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega. Järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade hästi.
EE09002798	21.10.2009	Rakvere Vesi AS	2	Ei leidu	2	Roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, rotaatorid, harjasussid, algae	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga tugevad kompaktsed helbed, helvestevahelist sildumist ei esine	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega. Järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade hästi. 1. liini aerotanki kattis protsessi käivitamisele omane valge vaht.

EE09003003	11.11.2009	Rakvere Vesi AS	1	Ei leidu	4	Roomavad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, amööbid, flagellaadid, loimurid, algae	suur	Ebakorrapärase kujuga tugevad kompaktsed helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega. Järelsetite pinnad olid puhtad. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade hästi.
EE09003002	11.11.2009	Rakvere Vesi AS	2	Ei leidu	3	Kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, roomavad ripsloomad, harjasussid, amööbid, rotaatorid, loimurid	suur	Ebakorrapärase kujuga tugevad kompaktsed helbed, helvestevahelist sildumist ei esine	
EE10000078	14.01.2010	Rakvere Vesi AS	1	Ei leidu	3	Kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, amööbid, rotaatorid, algae	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga tugevad kompaktsed helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega. Järelsetite pinnad olid puhtad. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade hästi.
EE10000079	14.01.2010	Rakvere Vesi AS	2	Ei leidu	2	Roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, loimurid, flagellaadid, amööbid	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga tugevad kompaktsed helbed, esineb helvestevahelist sildumist	
EE09000941	29.04.2009	Tartu Veevärk AS	1	Leidub	4	Filamentsed organismid - M.Parvicella, Type 0041, Type 0092, Type 1851 (?), Type 0914 (?), Nocardia	suur	Lahtine, nõrk	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega. Aerotankide lõpus esines Celpox-aeraatorite töö tulemusena ujuva muda vahuseid laike. Järelsetite pinnad olid puhtad. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade hästi. Aktiivmuda pundumine.
EE09000942	29.04.2009	Tartu Veevärk AS	2	Leidub	5	Filamentsed organismid - M.Parvicella, Type 0041, Type 0092, Type 1851(?), Type 0675, Nocardia, N.Limicola	suur	Kompaktne, tugev, esineb helvestevahelisi "sildasid"	
EE09001224	3.06.2009	Tartu Veevärk AS	1	Leidub	5	Roomavad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, algae, amööbid, Filamentsed organismid - vahust - M.parvicella	ülisuur	Helbed ebakorrapärase kujuga nõrgad, esineb helvestevahelist sildumist, kollased	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega. Aerotankide lõpus oli vee pinnal pisut mudast vahtu. Ühe järelsetiti pind oli täiesti puhas, teisel oli ühes servas <i>Microthrix parvicella</i> kirme peal. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade hästi.
EE09001225	3.06.2009	Tartu Veevärk AS	2	Ei leidu	5	Roomavad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, algae, rotaatorid, Filamentsed organismid - vahust - M.parvicella	ülisuur	Helbed kollased ebakorrapärase kujuga nõrgad, esineb helvestevahelist sildumist	
EE09001495	25.06.2009	Tartu Veevärk AS	2	Leidub	5		ülisuur	Ebakorrapärase kujuga pruunikaskollased tugevad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist, aktiivmuda pundumist	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega. Aerotankide lõpus oli vee pinnal pisut mudast vahtu. Ühe järelsetiti pind oli täiesti puhas, teisel oli ühes servas <i>Microthrix parvicella</i> kirme peal. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade hästi.
EE09001491	25.06.2009	Tartu Veevärk AS	1	Leidub	5	Vabalt ujuvad ripsloomad, roomavad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, flagellaadid, amööbid, algae	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga pruunikaskollased tugevad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	

EE09001806	22.07.2009	Tartu Veevärk AS	2	Leidub	4	Kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, roomavad ripsloomad, flagellaadid, amööbid, rotaaotrid, algae	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga pruunikaskollased tugevad lahtised helbed, helvestevahelist sildumist ei esine	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega. Aerotankide lõpus oli vee pinnal pisut mudast vahtu. Ühe järelsetiti pind oli täiesti puhas, teisel oli ühes servas
EE09001804	22.07.2009	Tartu Veevärk AS	1	Leidub	5	Kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, amööbid, rotaatorid, fungi, algae	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga pruunikaskollased tugevad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	<i>Microthrix parvicella</i> kirme peal. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade hästi.
EE09002032	19.08.2009	Tartu Veevärk AS	1	Leidub	5	Kinnitunud ripsloomad, flagellaadid, amööbid, fungi	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga kuldpruunid nõrgad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega. Aerotankide lõpus oli vee pinnal kohati veidi vahtu. Järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul võis puhastusseadme töö heaks lugeda. Aktiivmuda pundumine.
EE09002033	19.08.2009	Tartu Veevärk AS	2	Leidub	5	Kinnitunud ripsloomad, flagellaadid, rotaatorid, fungi	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga kuldpruunid nõrgad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, nende pinnal oli mudast vahtu. Järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi. Aktiivmuda pundumine.
EE09002456	22.09.2009	Tartu Veevärk AS	1	Leidub	5	Kinnitunud ripsloomad, roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, rotaatorid	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga nõrgad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, nende pinnal oli mudast vahtu. Järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi. Aktiivmuda pundumine.
EE09002457	22.09.2009	Tartu Veevärk AS	2	Leidub	5	Kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, amööbid, rotaatorid, algae	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga tugevad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, nende pinnal oli mudast vahtu. Järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi. Aktiivmuda pundumine.
EE09002704	15.10.2009	Tartu Veevärk AS	1						Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, nende pinnal oli mudast vahtu. Järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi. Aktiivmuda pundumine
EE09002703	15.10.2009	Tartu Veevärk AS	2	Leidub	5	Roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, tetraadid, flagellaadid, amööbid, algae	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga nõrgad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, nende pinnal oli mudast vahtu. Järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi. Aktiivmuda pundumine
EE10000106	20.01.2010	Tartu Veevärk AS	1	Leidub	5	roomavad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, amööbid, spirillid, fungid, Filamentsed organismid - <i>M.parvicella</i> , Tüüp 0041, <i>Nocardia</i> , <i>H.hydroxsis</i> , <i>N.limicola</i> , Tüüp 1701, <i>Beggiatoa</i>	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga nõrgad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, nende pinnal oli mudast vahtu. Järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalsel hinnangul töötas puhastusseade hästi. Aktiivmuda pundumine
EE10000107	20.01.2010	Tartu Veevärk AS	2	Leidub	5	Roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, flagellaadid, Filamentsed organismid - <i>M.parvicella</i> , <i>Nocardia</i> , <i>H.hydroxsis</i> , <i>N.limicola</i> , <i>Beggiatoa</i>	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga nõrgad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	

EE09000948	29.04.2009	Viljandi Veevärk AS	1	Ei leidu	5	Filamentsed organismid - M.Parvicella, Type 0041, Type 0092, Type 0675, Nocardia, N.Limicola, Type 0411	suur	Lahtine, nõrk	Tuvastati aktiivmuda pundumine, mis on esile kutsunud Microthrix parvicella poolt. Et AS Viljandi Veevärk reoveepuhasti järelsetitid on küllaltki head, siis 29. aprillil võetud heitvee proovis hõljuvaine sisalduse kasvu ei täheldatud.
EE09000949	29.04.2009	Viljandi Veevärk AS	2	Leidub	6		keskmine	Kompaktne, tugev	
EE09001222	3.06.2009	Viljandi Veevärk AS	1	Leidub	5	Kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, roomavad ripsloomad, rotaatorid, algae, spirillid, Filamentsed organismid - Vahust - M.parvicella, tüüp 0041, tüüp 0092, tüüp 0675, Nocardia, N.limicola	ülisuur	Helbed suured, avatud, esineb helvestevahelist sildumist	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, aerotankide lõpus kattis pinda paks vahune mudakiht. Järelsetitite pindadel oli õhuke mudakirme peal. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade siiski üsna hästi. Aktiivmuda pundumine.
EE09001496	25.06.2009	Viljandi Veevärk AS	1	Ei leidu	5	Kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, roomavad ripsloomad, spiraalbakterid, amööbid, algae	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga pruunikaskollased tugevad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist, aktiivmuda pundumist	Aerotankides oli aktiivmuda küll pruuni värvusega, kuid nende lõpuosas kattis veepinda paks mudakiht. Järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade siiski hästi. Aktiivmuda pundumine.
EE09001498	25.06.2009	Viljandi Veevärk AS	2	Ei leidu	5	Roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, spiraalbakterid, amööbid, rotaatorid, algae	suur	Ebakorrapärase kujuga kollakaspruunid tugevad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	
EE09001802	22.07.2009	Viljandi Veevärk AS	1	Leidub	4	Kinnitunud ripsloomad, roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, Litonotus sp, flagellaadid, amööbid, fungi, algae	suur	Ebakorrapärase kujuga kollased tugevad lahtised helbed, helvestevahelist sildumist ei esine	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, aerotankide lõpus kattis pinda paks vahune mudakiht. Järelsetitite pinnad olid puhtad. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade siiski üsna hästi. Aktiivmuda pundumine.
EE09001803	22.07.2009	Viljandi Veevärk AS	2	Leidub	4	Roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, flagellaadid, amööbid, rotaatorid, algae	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga pruunikaskollased tugevad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	
EE09002035	19.08.2009	Viljandi Veevärk AS	1	Leidub	5	Roomavad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, flagellaadid, amööbid, rotaatorid, fungi	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga kuldpruunid nõrgad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, kuid nende lõpuosas kattis veepinda endiselt paks vahuline mudakiht

EE09002036	19.08.2009	Viljandi Veevärk AS	2	Leidub	5	Roomavad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, flagellaadid, rotaatorid, fungi	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga kuldpruunid nõrgad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	paks vahutaoline mudakiht. Järelsetiite pinnad olid puhtad. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade siiski üsna hästi. Aktiivmuda pundumine.
EE09002460	23.09.2009	Viljandi Veevärk AS	1	Ei leidu	5	Kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, roomavad ripsloomad, flagellaadid, amööbid, rotaatorid, algae	suur	Ebakorrapärase kujuga tugevad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, kuid nende lõpuosas oli ikka paks vahutaoline mudakiht. Järelsetiite pinnad olid puhtad. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade üsna hästi. Aktiivmuda pundumine.
EE09002461	23.09.2009	Viljandi Veevärk AS	2	Leidub	5	Kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, rotaatorid, algae	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga tugevad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, kuid nende lõpuosas oli ikka paks vahutaoline mudakiht. Järelsetiite pinnad olid puhtad. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade üsna hästi. Aktiivmuda pundumine.
EE09002706	15.10.2009	Viljandi Veevärk AS	1	Leidub	4	Kinnitunud ripsloomad, roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, amööbid, rotaatorid	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga tugevad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, kuid nende lõpuosas oli ikka paks vahutaoline mudakiht. Järelsetiite pinnad olid puhtad. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade üsna hästi. Aktiivmuda pundumine.
EE09002707	15.10.2009	Viljandi Veevärk AS	2	Leidub	5	Kinnitunud ripsloomad, roomavad ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, flagellaadid, amööbid, rotaatorid, algae	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga tugevad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, kuid nende lõpuosas oli ikka paks vahutaoline mudakiht. Järelsetiite pinnad olid puhtad. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade üsna hästi. Aktiivmuda pundumine.
EE10000115	20.01.2010	Viljandi Veevärk AS	1	Leidub	5	Roomavad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, amööbid, rotaatorid, spirochaete, Filamentsed organismid - M.parvicella, Tüüp 0041, Nocardia, N.limicola, Tüüp 1701, Beggiatoa	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga nõrgad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist, aktiivmuda pundumist	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, kuid nende lõpuosas oli ikka paks vahutaoline mudakiht. Järelsetiite pinnad olid puhtad. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade üsna hästi. Aktiivmuda pundumine.
EE10000116	20.01.2010	Viljandi Veevärk AS	2	Leidub	5	Roomavad ripsloomad, kinnitunud ripsloomad, vabalt ujuvad ripsloomad, rotaatorid, fungi, Filamentsed organismid - M.parvicella, Tüüp 0041, Nocardia, N.Limicola	ülisuur	Ebakorrapärase kujuga nõrgad lahtised helbed, esineb helvestevahelist sildumist	Aerotankides oli aktiivmuda pruuni värvusega, kuid nende lõpuosas oli ikka paks vahutaoline mudakiht. Järelsetiite pinnad olid puhtad. Visuaalse hinnangu kohaselt töötas puhastusseade üsna hästi. Aktiivmuda pundumine.

4.4.4. Veetustatud roovesette analüüsitulemused

Raskemetallid

Tabelis 17 on Keila, Kohtla-Järve, Kuressaare, Pärnu, Rakvere, Tartu ja Viljandi roovepuhastites tekkiva roovesette raskemetallide sisaldused. Kõik proovid on võetud veetustatud settest enne kompostimist või ladustamist.

Keskkonnaministri 30. detsembri 2002. a määruses nr 78 kehtestatud raskemetallide piirnormide ületamist täheldati ainult Keila puhastil krooni ning tsingi osas.

Tabel 17. Raskemetallide sisaldus roovesettes mg/kg kuivaine kohta.

Akt	Kuupäev	Valdaja	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
EE08003580	30.10.2008	Keila Vesi AS	<1	1115	106	0,47	9,57	11,9	813
EE09001055	11.05.2009	Keila Vesi AS	<1	1590	117	0,3	9,15	12,8	1305
EE09001391	16.06.2009	Keila Vesi AS	<1	126	274	0,51	53,9	63,5	1414
EE09001967	17.08.2009	Keila Vesi AS	1,16	2491	115	0,5	9,4	10,4	852
EE09002371	15.09.2009	Keila Vesi AS	2,1	2696	115	1,1	14,2	12,8	3313
EE09002676	13.10.2009	Keila Vesi AS	1,68	3495	125	1,37	11,1	18,7	3933
EE10000033	11.01.2010	Keila Vesi AS	<1	1706	107	0,67	7,72	13,6	724
EE08003652	10.11.2008	Järve Biopuhastus OÜ	1,16	29,3	87,5	0,94	25,2	16	294
EE09000236	11.02.2009	Järve Biopuhastus OÜ	1,32	24,6	67,9	0,54	21,3	13,8	210
EE09000298	18.02.2009	Järve Biopuhastus OÜ	1,06	16,4	57,7	0,32	11,6	8,89	211
EE09000450	11.03.2009	Järve Biopuhastus OÜ	1,07	23,4	72,3	0,38	20,3	12,7	235
EE09000774	8.04.2009	Järve Biopuhastus OÜ	<1	22,6	108	0,31	20,6	12,2	222
EE09001030	7.05.2009	Järve Biopuhastus OÜ	<1	20,1	76,3	0,43	19,8	11	259
EE09001276	4.06.2009	Järve Biopuhastus OÜ	1,06	25,8	82,2	1,05	27,6	14,4	288
EE09001597	2.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	<1	20,4	55,8	0,62	18,9	11,5	246
EE09001747	15.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	<1	23,9	62,7	0,72	21,6	12,3	261
EE09002106	26.08.2009	Järve Biopuhastus OÜ	1,57	27,4	85,3	0,95	27,2	15,3	367
EE09002402	16.09.2009	Järve Biopuhastus OÜ	<1	25	65,7	1,48	22,3	14,7	342
EE09002787	21.10.2009	Järve Biopuhastus OÜ	1,13	35,5	99,1	0,29	33,6	16,7	413
EE10000071	14.01.2010	Järve Biopuhastus OÜ	<1	29,8	71,2	0,26	30,2	13,9	272
EE08002966	17.09.2008	Kuressaare Veevärk AS	<1	16,3	227	0,47	10,2	15,6	430
EE08003208	14.10.2008	Kuressaare Veevärk AS	<1	16,5	224	0,37	11,6	15,7	425
EE08003682	12.11.2008	Kuressaare Veevärk AS	<1	8,17	120	0,5	5,17	9	205
EE09000183	29.01.2009	Kuressaare Veevärk AS	<1	8,6	157	0,36	5,85	9	237
EE09000339	26.02.2009	Kuressaare Veevärk AS	<1	7,09	166	0,16	4,85	6,42	256
EE09000660	26.03.2009	Kuressaare Veevärk AS	<1	8,58	156	0,24	5,98	10,3	255
EE09000876	21.04.2009	Kuressaare Veevärk AS	<1	9,07	166	0,55	5,64	7,99	250
EE09001119	20.05.2009	Kuressaare Veevärk AS	<1	10,6	245	0,66	6,75	11,8	336
EE09001461	18.06.2009	Kuressaare Veevärk AS	<1	14,9	185	0,48	9,17	18	355
EE09001677	8.07.2009	Kuressaare Veevärk AS	<1	11,4	175	0,59	7,78	14,1	331
EE09001936	12.08.2009	Kuressaare Veevärk AS	<1	10	256	0,79	7,6	12,1	434
EE09002286	9.09.2009	Kuressaare Veevärk AS	<1	9,68	280	0,61	8,32	16,6	473
EE09002911	4.11.2009	Kuressaare Veevärk AS	<1	11,8	269	0,37	8,4	12,2	380
EE10000219	9.02.2010	Kuressaare Veevärk AS	<1	6,13	249	0,23	20	5,75	292
EE09000150	22.01.2009	Pärnu Vesi AS	<1	25,8	230	0,67	10,8	17,9	688
EE09000283	18.02.2009	Pärnu Vesi AS	<1	21,7	260	0,4	9,27	16	647
EE09000548	19.03.2009	Pärnu Vesi AS	<1	23,8	303	0,56	10,4	16,3	755

EE09000830	16.04.2009	Pärnu Vesi AS	1,33	26,1	269	0,55	10,2	16,8	674
EE09001083	14.05.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	<1	22,1	254	1,08	9,69	16	668
EE09001344	10.06.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	<1	11,5	58,2	1,04	9,47	9,14	212
EE09001700	9.07.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	<1	14	164	0,55	7,08	12,1	452
EE09001889	5.08.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	<1	31,7	267	0,84	14,7	20,1	788
EE09002157	1.09.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	<1	21,8	271	0,83	9,55	17,1	763
EE09002551	1.10.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	<1	20,8	300	0,74	10,4	26,1	770
EE09002880	29.10.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	<1	24,2	271	0,63	11,5	22,6	634
EE10000154	27.01.2010	Keskkonnahoolduse OÜ	<1	20,3	237	0,48	10,2	21,3	657
EE08003934	4.12.2008	Rakvere Vesi AS	1,4	6,67	54	0,09	7,72	9,56	182
EE09000237	11.02.2009	Rakvere Vesi AS	<1	9,07	41	0,14	7,32	4,82	181
EE09000452	11.03.2009	Rakvere Vesi AS	<1	8,43	69,1	0,17	7,3	6,32	242
EE09000777	8.04.2009	Rakvere Vesi AS	<1	10,1	66,2	0,17	8,09	8,48	228
EE09001035	7.05.2009	Rakvere Vesi AS	<1	6,81	49,5	0,13	6,72	5,05	227
EE09001278	4.06.2009	Rakvere Vesi AS	<1	4,9	40,5	0,14	5,55	5	198
EE09001600	2.07.2009	Rakvere Vesi AS	<1	17,3	99,7	1,44	18,1	16,8	523
EE09001750	14.07.2009	Rakvere Vesi AS	<1	10,5	62	0,38	9,42	15,1	327
EE09002108	26.08.2009	Rakvere Vesi AS	1,25	8,13	52,4	0,12	8,46	6,73	286
EE09002392	16.09.2009	Rakvere Vesi AS	<1	5,05	45,7	0,28	7,9	5,7	252
EE09002789	21.10.2009	Rakvere Vesi AS	<1	16	123	0,46	14,7	18,3	515
EE09003001	11.11.2009	Rakvere Vesi AS	<1	6,11	26,4	0,35	8,51	8,32	305
EE10000073	14.01.2010	Rakvere Vesi AS	<1	6,16	39,5	0,1	8,84	3,98	193
EE08003995	5.12.2008	Tartu Veevärk AS	2,36	42,7	160	0,44	11,3	18,8	563
EE09000378	5.03.2009	Tartu Veevärk AS	<1	33,9	93,8	0,42	9,64	10,4	315
EE09000709	2.04.2009	Tartu Veevärk AS	<1	39,7	129	0,38	11,3	14,4	457
EE09000936	29.04.2009	Tartu Veevärk AS	<1	30,7	125	0,52	9,18	12,6	456
EE09001233	3.06.2009	Tartu Veevärk AS	<1	36,2	132	0,5	11,8	14,4	505
EE09001487	25.06.2009	Tartu Veevärk AS	<1	36,9	135	0,45	13,9	16,9	518
EE09001807	22.07.2009	Tartu Veevärk AS	<1	30,1	158	0,36	14,5	18,7	599
EE09002028	19.08.2009	Tartu Veevärk AS	<1	32	174	0,59	14,3	20,4	595
EE09002451	22.09.2009	Tartu Veevärk AS	<1	40,9	181	0,71	14,9	22,9	735
EE09002697	15.10.2009	Tartu Veevärk AS	<1	36,1	168	0,58	25	20,6	607
EE10000109	20.01.2010	Tartu Veevärk AS	<1	32	138	0,53	17,7	18	518
EE08003991	5.12.2008	Viljandi Veevärk AS	1,1	9,7	86	0,5	7,85	16,1	349
EE09000198	4.02.2009	Viljandi Veevärk AS	<1	11,4	84,6	0,75	6,41	10	331
EE09000199	4.02.2009	Viljandi Veevärk AS	<1	37,6	135	0,4	12,3	12,6	476
EE09000379	5.03.2009	Viljandi Veevärk AS	<1	11,2	80	0,4	6	10,4	226
EE09000707	2.04.2009	Viljandi Veevärk AS	<1	15,6	110	0,43	8,92	14,8	384
EE09000939	29.04.2009	Viljandi Veevärk AS	<1	11,1	75	0,52	6,3	10,1	318
EE09001235	3.06.2009	Viljandi Veevärk AS	<1	11,6	75,9	0,54	6,37	11,1	380
EE09001489	25.06.2009	Viljandi Veevärk AS	<1	13,4	85,8	0,49	8,11	13,3	393
EE09002030	19.08.2009	Viljandi Veevärk AS	<1	14,5	103	0,8	9,02	21	444
EE09002453	23.09.2009	Viljandi Veevärk AS	<1	15,7	141	0,72	7,79	18,6	553
EE09002695	15.10.2009	Viljandi Veevärk AS	<1	15,1	95	0,56	7,95	17,1	428

Toitainete sisaldus

Tabelis 18 on Keila, Kohtla-Järve, Kuressaare, Pärnu, Rakvere, Tartu ja Viljandi reoveepuhastites tekkiva reoveesette toitainete sisaldused. Kõik proovid on võetud veetustatud settest enne kompostimist või ladustamist.

Komposteerimiseks optimaalne C:N suhe on 20-40, taimedele optimaalne C:N suhe on 25-30. Tabelist on näha, et vaadeldud puhastites tekkivas reoveesettes optimaalseid tingimusi C:N suhte osas ei saavutatud kordagi.

Tabel 18. Reoveesette toitainete sisaldused.

Akt	Kuupäev	Valdaja	Kuivaine sisaldus, %	Orgaanilise aine sisaldus, %	TOC, mg/kg	pH	K, mg/kg	Üldlämmastik, mg/kg	Üldfosfor, mg/kg	C:N	N:P:K
EE08003580	30.10.2008	Keila Vesi AS	17,9	69,3	310000	7,84	3885	55300	26150	6/1	14/7/1
EE09001055	11.05.2009	Keila Vesi AS	15,8	71	360000	7,9	6470	62000	32600	6/1	10/5/1
EE09001391	16.06.2009	Keila Vesi AS	57,1	25,1	200000	7,26	798	11500	4435	17/1	14/6/1
EE09001967	17.08.2009	Keila Vesi AS	17	66,8	300000	8,24	2995	51600	28875	6/1	17/10/1
EE09002371	15.09.2009	Keila Vesi AS	13	69,4	290000	7,51	2826	48100	31760	6/1	17/1/1
EE09002676	13.10.2009	Keila Vesi AS	17,7	65,3		7,64	3625	50000	27970		
EE10000033	11.01.2010	Keila Vesi AS	16,4	77	380000	7,19	5943	64400	17940	6/1	11/3/1
EE08003652	10.11.2008	Järve Biopuhastus OÜ	16,4	78,2	360000	6,88	6509	62400	12660	6/1	10/2/1
EE09000236	11.02.2009	Järve Biopuhastus OÜ	14,1	79,4	390000	7,15	7500	68900	19775	6/1	9/3/1
EE09000298	18.02.2009	Järve Biopuhastus OÜ	31,7	69,6	350000	5,97	4361	27400	9625	13/1	6/2/1
EE09000450	11.03.2009	Järve Biopuhastus OÜ	14	79	390000	5,99	8348	70100	22690	6/1	8/3/1
EE09000774	8.04.2009	Järve Biopuhastus OÜ	14,6	78,7	410000	6,37	8510	68600	19845	6/1	8/2/1
EE09001030	7.05.2009	Järve Biopuhastus OÜ	15,9	79,5	400000	6,84	9089	68900	20515	6/1	8/2/1
EE09001276	4.06.2009	Järve Biopuhastus OÜ	21,8	78,9	388000	6,58	3899	63000	11680	6,2/1	16/3/1
EE09001597	2.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	29,9	79,2	418000	7,42	3214	39900	9540	11/1	12/3/1
EE09001747	14.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	24,3	78,1	411000	6,47	3796	47500	11540	9/1	13/3/1
EE09002106	26.08.2009	Järve Biopuhastus OÜ	22	78,9	330000	6,78	3525	53200	16175	6/1	15/5/1
EE09002402	16.09.2009	Järve Biopuhastus OÜ	19,2	72,6	340000	6,91	3520	45400	9840	8/1	13/3/1
EE09002787	21.10.2009	Järve Biopuhastus OÜ	19,2	27,5	350000	6,95	3868	51900	10960	7/1	13/3/1
EE10000071	14.01.2010	Järve Biopuhastus OÜ	21,7	74	390000	6,61	4533	59100	10510	7/1	13/2/1

EE08002966	17.09.2008	Kuressaare Veevärk AS	18,5	76,7	350000	7,79	5667	68000	23875	5/1	12/4/1
EE08003208	14.10.2008	Kuressaare Veevärk AS	14,9	76,9	360000	7,11	7115	71300	25195	5/1	10/4/1
EE08003682	12.11.2008	Kuressaare Veevärk AS	15,6	78,1	370000	7,56	8113	73500	25280	5/1	9/3/1
EE09000183	29.01.2009	Kuressaare Veevärk AS	15,3	82,4	410000	6,7	10350	76600	26450	5/1	7/3/1
EE09000339	26.02.2009	Kuressaare Veevärk AS	14,2	82,6	420000	7,66	8758	77300	24550	5/1	9/3/1
EE09000660	26.03.2009	Kuressaare Veevärk AS	14,5	79,6	430000	7,32	8922	75200	22000	6/1	8/2/1
EE09000876	21.04.2009	Kuressaare Veevärk AS	13,7	79,2	400000	7,32	10098	79600	29160	5/1	8/3/1
EE09001119	20.05.2009	Kuressaare Veevärk AS	15,4	76,7	420000	7,07	7368	71800	24740	6/1	10/3/1
EE09001461	18.06.2009	Kuressaare Veevärk AS	18,1	66,1	352000	7,33	7353	55100	8440	6,4/1	7/1/1
EE09001677	8.07.2009	Kuressaare Veevärk AS	18,5	71,8	375000	7,47	6250	66000	21670	5,7/1	11/3/1
EE09001936	12.08.2009	Kuressaare Veevärk AS	17,8	77	350000	7,52	7026	68300	31886	5/1	10/5/1
EE09002286	9.09.2009	Kuressaare Veevärk AS	17,7	77,8	360000	6,42	5764	74300	21950	5/1	13/4/1
EE09002911	4.11.2009	Kuressaare Veevärk AS	15,2	81,3	394000	6,21	7925	75500	25190	5/1	10/3/1
EE10000219	9.02.2010	Kuressaare Veevärk AS	13,9	86	430000	6,34	10170	83300	25190	5/1	8/2/1
EE09000150	22.01.2009	Pärnu Vesi AS	11,6	71,9	380000	7,17	3466	46600	15740	8/1	13/5/1
EE09000283	18.02.2009	Pärnu Vesi AS	10,6	73,9	380000	5,99	3505	50500	14645	8/1	14/4/1
EE09000548	19.03.2009	Pärnu Vesi AS	38,1	36,9	400000	6,79	4097	57400	18160	7/1	14/4/1
EE09000830	16.04.2009	Pärnu Vesi AS	13,3	73,2	390000	6,99	4674	59800	11850	7/1	13/3/1
EE09001083	14.05.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	13,3	75,5	420000	6,98	2872	53400	13790	8/1	19/5/1
EE09001344	10.06.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	13,2	72,5	380000	7,2	3943	52900	19520	7/1	13/5/1
EE09001700	9.07.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	20,7	56,5	333000	8,48	4407	32400	12870	10/1	7/3/1
EE09001889	5.08.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	12,8	71,2	364000	7,18	3836	48800	17320	8/1	13/5/1
EE09002157	1.09.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	10,8	66,7	340000	5,95	3982	47100	14845	7/1	12/4/1
EE09002551	1.10.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	12,3	66,3	340000	7,02	3809	47300	12325	7/1	12/3/1
EE09002880	29.10.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	13,7	51	275000	6,79	3491	29700	10225	9/1	9/3/1
EE10000154	27.01.2010	Keskkonnahoolduse OÜ	16,5	69,6	350000	6,54	4338	50000	13760	7/1	12/3/1
EE08003934	4.12.2008	Rakvere Vesi AS	12,8	79,6	370000	6,02	9781	69000	17930	5/1	7/2/1
EE09000237	11.02.2009	Rakvere Vesi AS	10,8	81,9	400000	6,56	6139	72200	18825	6/1	12/3/1
EE09000452	11.03.2009	Rakvere Vesi AS	11,6	78,7	390000	7,03	5490	63900	15750	6/1	12/3/1
EE09000777	8.04.2009	Rakvere Vesi AS	14,3	78,4	410000	7,41	2828	61000	13205	7/1	22/5/1
EE09001035	7.05.2009	Rakvere Vesi AS	9,47	80,6	410000	7,29	7461	73600	21920	6/1	10/3/1
EE09001278	4.06.2009	Rakvere Vesi AS	35	61,5	308000	7,53	8625	74200	22715	4/1	9/3/1
EE09001600	2.07.2009	Rakvere Vesi AS	30	92,4	418000	7,39	10896	68600	37820	6/1	6/3/1

EE09001750	14.07.2009	Rakvere Vesi AS	11,9	73,7	408000	6,89	6154	60700	13830	7/1	10/2/1
EE09002108	26.08.2009	Rakvere Vesi AS	10,2	79,3	400000	6,21	7019	62100	25895	6/1	9/4/1
EE09002392	16.09.2009	Rakvere Vesi AS	9,6	79,5	380000	6,39	7535	61700	21425	6/1	8/3/1
EE09002789	21.10.2009	Rakvere Vesi AS	13,6	74,3	330000	6,9	3642	54500	22920	6/1	15/6/1
EE09003001	11.11.2009	Rakvere Vesi AS	12	77	380000	7	4822	60200	12810	6/1	12/3/1
EE10000073	14.01.2010	Rakvere Vesi AS	8,9	79	400000	7,47	5333	75400	11365	5/1	14/2/1
EE08003995	5.12.2008	Tartu Veevärk AS	18,7	65,5	330000	6,07	4798	52100	17095	6/1	11/4/1
EE09000378	5.03.2009	Tartu Veevärk AS	17,8	74,1	390000	7,25	2268	54000	12360	7/1	24/5/1
EE09000709	2.04.2009	Tartu Veevärk AS	18,2	68	360000	7,21	2840	50400	10460	7/1	18/4/1
EE09000936	29.04.2009	Tartu Veevärk AS	17,1	71,6	370000	6,89	4107	53300	12555	7/1	13/3/1
EE09001233	3.06.2009	Tartu Veevärk AS	12,6	68,6	370000	8,37	3639	53100	12210	7/1	15/3/1
EE09001487	25.06.2009	Tartu Veevärk AS	20,1	66,3	368000	7,21	2321	51500	10100	7/1	22/4/1
EE09001807	22.07.2009	Tartu Veevärk AS	17,7	64,5	370000	6,55	3241	52000	11700	7/1	16/4/1
EE09002028	19.08.2009	Tartu Veevärk AS	18,9	60	300000	7,42	3145	50700	10610	6/1	16/3/1
EE09002451	22.09.2009	Tartu Veevärk AS	17,5	62	310000	6,24	3083	51000	11795	6/1	17/4/1
EE09002697	15.10.2009	Tartu Veevärk AS	16,9	64	320000	6,06	3735	54800	11340	6/1	15/3/1
EE10000109	20.01.2010	Tartu Veevärk AS	17,2	68,6	350000	6,31	3636	58500	9950	6/1	16/3/1
EE08003991	5.12.2008	Viljandi Veevärk AS	13,2	70,7	350000	6,21	12950	61500	20850	6/1	5/2/1
EE09000198	4.02.2009	Viljandi Veevärk AS	13,3	77,5	390000	7,06	9636	68700	25450	6/1	7/3/1
EE09000199	4.02.2009	Viljandi Veevärk AS	18,2	72,8	380000	7,24	4155	57100	12105	7/1	14/3/1
EE09000379	5.03.2009	Viljandi Veevärk AS	14,3	76,8	400000	6,81	4773	67000	22360	6/1	14/5/1
EE09000707	2.04.2009	Viljandi Veevärk AS	14,5	70,3	360000	7,26	9000	59800	18970	6/1	7/2/1
EE09000939	29.04.2009	Viljandi Veevärk AS	12	74,4	390000	7,26	9928	68400	24025	6/1	7/2/1
EE09001235	3.06.2009	Viljandi Veevärk AS	12,3	75	390000	7,04	10708	67500	27910	6/1	6/3/1
EE09001489	25.06.2009	Viljandi Veevärk AS	12,7	72,6	366000	6,62	8774	67500	26780	5,4/1	8/3/1
EE09002030	19.08.2009	Viljandi Veevärk AS	12	67,5	330000	6,98	8461	58700	21955	6/1	7/3/1
EE09002453	23.09.2009	Viljandi Veevärk AS	11,6	70,7	350000	6,65	8923	63400	28150	6/1	7/3/1
EE09002695	15.10.2009	Viljandi Veevärk AS	12	71,3	340000	6,19	8150	64500	24430	5/1	8/3/1

Hügieeniparameetrid ning PAH-id

Tabelis 19 on Keila, Kohtla-Järve, Kuressaare, Pärnu, Rakvere, Tartu ja Viljandi reoveepuhastites tekkiva reoveesette hügieeniparameetrid ning PAH-id. Kõik proovid on võetud veetustatud settest enne kompostimist või ladustamist.

Hügieeniparameetrite osas oli kõigi proovide puhul ületamine anaeroobse bakteri *Clostridium perfringens* osas. Tegemist on eoseid moodustava mikroorganismiga, mis teeb ta erinevatele töötlustele ja keskkonnatingimuste muutustele väga vastupidavaks. Erinevust tulemustes ei ole näha ka ettevõttega võrreldes, mis kasutab reoveesette töötlemise ühe etapina hügieniseerimist. *Salmonella* spp leiti enamikel juhtudel. *Escherichia coli* ja *Enterococcus* puhul oli ületamist enamikel juhtudel.

Polütsükliiliste aromaatsete süsivesinike (PAH) piirnormide ületamist elutsooni ega tööstustsooni kohta ei täheldatud.

Helmintide munade määramisel esines kahtlus *Ascaris* perekonda kuuluvate nematoodide munade leidmisest kolmel korral ning lemmikloomadele parasiitsete nematoodide *Toxocara* perekonda kuuluvate nematoodide munadele ühel juhul.

Tabel 19. Hügieeniparameetrid ning PAH-id reoveesetetes.

Akt	Kuupäev	Valdaja	Clostridium perfringens, PMÜ/1g	Enterokokk, MPN/g	Escherichia coli MPN/g	Salmonella spp 50 grammis	PAH	Helmintide munad 10 grammis
EE08003580	30.10.2008	Keila Vesi AS	22000	300940	831520	leidub		
EE09001055	11.05.2009	Keila Vesi AS	1727	82995	>8299460	ei leidu		
EE09001391	16.06.2009	Keila Vesi AS	1636	21082	70328	ei leidu		
EE09001967	17.08.2009	Keila Vesi AS	90000	122850	551120	leidub		
EE09002371	15.09.2009	Keila Vesi AS	12727	60120	331978	leidub	1,4	
EE09002676	13.10.2009	Keila Vesi AS	6727	82995	280900	leidub	1	Kahtlus - Toxacara
EE10000033	11.01.2010	Keila Vesi AS	5818	406300	297960	leidub		Inimesele parasiitseid ei leidu
EE08003652	10.11.2008	Järve Biopuhastus OÜ	9364	44078	32256	leidub	1	
EE09000236	11.02.2009	Järve Biopuhastus OÜ	10000	108390	142200	leidub		
EE09000298	18.02.2009	Järve Biopuhastus OÜ	8909	10839	6000	leidub	0,7	
EE09000450	11.03.2009	Järve Biopuhastus OÜ	8364	17417	55112	leidub	0,6	
EE09000774	8.04.2009	Järve Biopuhastus OÜ	8000	82995	84328	leidub	0,5	
EE09001030	7.05.2009	Järve Biopuhastus OÜ	13818	13419	33197840	ei leidu		
EE09001276	4.06.2009	Järve Biopuhastus OÜ	655	2027	23	leidub	0,4	
EE09001597	2.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	4500	2707	7003	ei leidu	0,7	
EE09001747	14.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	20000	4063	642	ei leidu		
EE09002106	26.08.2009	Järve Biopuhastus OÜ	5182	20788	451	ei leidu		
EE09002402	16.09.2009	Järve Biopuhastus OÜ	527	339210	18354	ei leidu	0,6	
EE09002787	21.10.2009	Järve Biopuhastus OÜ	1346	2575	925	ei leidu	0,8	Inimesele parasiitseid ei leidu
EE10000071	14.01.2010	Järve Biopuhastus OÜ	3000	1170	48	ei leidu		Inimesele parasiitseid ei leidu
EE08002966	17.09.2008	Kuressaare Veevärk AS	364	129770	280900	leidub		
EE08003208	14.10.2008	Kuressaare Veevärk AS	6273	41438	355500	leidub	0,5	
EE08003682	12.11.2008	Kuressaare Veevärk AS	7818	51002	1072960	leidub	0,8	
EE09000183	29.01.2009	Kuressaare Veevärk AS	2545	140930	176312	leidub		
EE09000339	26.02.2009	Kuressaare Veevärk AS	4000	134190	106844	leidub	0,5	
EE09000660	26.03.2009	Kuressaare Veevärk AS	3273	353300	142200	leidub	0,6	

EE09000876	21.04.2009	Kuressaare Veevärk AS	5182	38495	24048	leidub	0,4	
EE09001119	20.05.2009	Kuressaare Veevärk AS	2545	873	135684	leidub	0,6	
EE09001461	18.06.2009	Kuressaare Veevärk AS	2636	4558	92816	leidub	0,9	
EE09001677	8.07.2009	Kuressaare Veevärk AS	1200000	5217	1286	ei leidu		
EE09001936	12.08.2009	Kuressaare Veevärk AS	85455	58250	331978	leidub		
EE09002286	9.09.2009	Kuressaare Veevärk AS	6636	44078	238556	leidub		
EE09002911	4.11.2009	Kuressaare Veevärk AS	6545	44078	39300	leidub	0,5	Inimesele parasiitseid ei leidu
EE10000219	9.02.2010	Kuressaare Veevärk AS	2	103010	153980	leidub		Inimesele parasiitseid ei leidu
EE09000150	22.01.2009	Pärnu Vesi AS	12273	268240	13568400	leidub		
EE09000283	18.02.2009	Pärnu Vesi AS	10273	695700	5889600	leidub		
EE09000548	19.03.2009	Pärnu Vesi AS	8091	82995	928160	leidub		
EE09000830	16.04.2009	Pärnu Vesi AS	16000	177020	1422000	leidub		
EE09001083	14.05.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	10091	13314	11868800	ei leidu		
EE09001344	10.06.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	9364	7781	5182000	leidub		
EE09001700	9.07.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	5000	232040	759800	leidub		
EE09001889	5.08.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	34545	190530	1020720	leidub		
EE09002157	1.09.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	13818	221930	1763120	leidub		
EE09002551	1.10.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	17818	246030	905360	leidub	2,6	Kahtlus - Ascaris
EE09002880	29.10.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	12636	33921	1020720	leidub		
EE10000154	27.01.2010	Keskkonnahoolduse OÜ	10545	384950	3423200	leidub		Inimesele parasiitseid ei leidu
EE08003934	4.12.2008	Rakvere Vesi AS	136	8754	107360	leidub	1,5	
EE09000237	11.02.2009	Rakvere Vesi AS	382	122850	1203760	leidub		
EE09000452	11.03.2009	Rakvere Vesi AS	500	30870	135684	leidub		
EE09000777	8.04.2009	Rakvere Vesi AS	636	9348	309640	leidub	2	
EE09001035	7.05.2009	Rakvere Vesi AS	382	584	532560	leidub		
EE09001278	4.06.2009	Rakvere Vesi AS	273	11892	238556	leidub		
EE09001600	2.07.2009	Rakvere Vesi AS	4500	2707	451200	ei leidu		
EE09001750	14.07.2009	Rakvere Vesi AS	8000	82994	6507200	leidub		
EE09002108	26.08.2009	Rakvere Vesi AS	4545	190530	934800	leidub		
EE09002392	16.09.2009	Rakvere Vesi AS	6455	70225	2040080	leidub	0,9	

EE09002789	21.10.2009	Rakvere Vesi AS	2000	3511	47568	leidub	1,4	Kahtlus - Ascaris
EE09003001	11.11.2009	Rakvere Vesi AS	909	17417	238548	leidub		Inimesele parasiitseid ei leidu
EE10000073	14.01.2010	Rakvere Vesi AS	245	5217	76212	leidub		Inimesele parasiitseid ei leidu
EE08003995	5.12.2008	Tartu Veevärk AS	2545	13778	150010	leidub	1,6	
EE09000378	5.03.2009	Tartu Veevärk AS	709	22634	268360	leidub	1,3	
EE09000709	2.04.2009	Tartu Veevärk AS	3273	69570	412040	leidub		
EE09000936	29.04.2009	Tartu Veevärk AS	3636	64830	1072960	leidub	1,9	
EE09001233	3.06.2009	Tartu Veevärk AS	8182	30094	8432800	ei leidu		
EE09001487	25.06.2009	Tartu Veevärk AS	746	204008	42968	ei leidu		
EE09001807	22.07.2009	Tartu Veevärk AS	50000	7741	75980	ei leidu	1,4	
EE09002028	19.08.2009	Tartu Veevärk AS	5273	1414	8315	leidub		
EE09002451	22.09.2009	Tartu Veevärk AS	1455	1702	2783	leidub	1	Kahtlus - Ascaris
EE09002697	15.10.2009	Tartu Veevärk AS	673	9825	23856	ei leidu	0,8	Inimesele parasiitseid ei leidu
EE10000109	20.01.2010	Tartu Veevärk AS	1073	51002	60004	leidub		Inimesele parasiitseid ei leidu
EE08003991	5.12.2008	Viljandi Veevärk AS	1200	23204	28060	leidub	2	
EE09000198	4.02.2009	Viljandi Veevärk AS	155	98250	238556	leidub		
EE09000199	4.02.2009	Viljandi Veevärk AS	4000	60120	600040	leidub		
EE09000379	5.03.2009	Viljandi Veevärk AS	1909	137780	280900	leidub	1,4	
EE09000707	2.04.2009	Viljandi Veevärk AS	5727	80640	331978	ei leidu		
EE09000939	29.04.2009	Viljandi Veevärk AS	3273	82995	600040	leidub	1,6	
EE09001235	3.06.2009	Viljandi Veevärk AS	382	5368	10207	ei leidu	1,1	
EE09001489	25.06.2009	Viljandi Veevärk AS	2818	205550	331978	ei leidu		
EE09002030	19.08.2009	Viljandi Veevärk AS	2091	17417	37392	leidub		
EE09002453	23.09.2009	Viljandi Veevärk AS	673	18995	30964	leidub	2,2	
EE09002695	15.10.2009	Viljandi Veevärk AS	446	38495	204008	leidub	2	Inimesele parasiitseid ei leidu

4.5. Reoveesette töötlusjaamade tehnoloogiate hetkeolukorra hindamine reaalse mõõtmiste kaudu - hinnang töödeldud sette kvaliteedile ja ohutusele arvestades sessaoneid muutusi

Reoveesette komposteerimist vaadeldi kuues erinevas reoveepuhastis.

Keila: Komposteerimist ei tomu. Veetustatud reoveesetteid ladustatakse puhasti territooriumile.

Kohtla-Järvel: Järelsetitites eralduvast aktiivmudast tagastatakse osa bioloogilise puhastuse algusesse, teine osa (jääkuda) suunatakse gravitatsioonilisele lintkonveierile, hügieniseeritakse, lisatakse tihendamiseks polümeerset flokulanti, tsentrifugeeritakse ja toimetatakse kompostimisväljakule. Aunad kolmnurksed, segatakse aunasegajatega iga paari päeva tagant. Lisaõhutust aunadesse ei anta, kuid õhutamine tagatakse piisava sagedusega segamisega.

Rakvere: Välja settinud mudast tagastatakse osa anaeroobsesse kambrisse, teine osa (liigmuda) suunatakse koos eelsetitites eraldunud settega mudatihendajasse. Seal lisatakse mudale polümeerne flokulant ja saadetakse siis mudapressi. Pressitud muda antakse üle firmale Eesti Kompost OÜ, kes valmistab sellest komposti. Aunad kolmnurksed, segatakse vastavalt vajadusele frontaallaaduriga.

Pärnu: Kuni 2009.a.-ni tegeles AS Pärnu Vesi ise oma territooriumil reoveesetete komposteerimisega. Alates aprillist 2009.a. anti reoveesette käitlus üle Keskkonnanhoolduse OÜ-le, kes komposteerivad reoveesetteid koos turba, aiapäätmete ning põhuga. On proovitud ka erinevaid reoveesetete segusid tuha ning mullaga, eesmärgiga parandada komposti turustamise võimalusi. Aunad kolmnurksed, segatakse frontaallaaduriga iga paari päeva tagant. Lisaõhutust aunadesse ei anta, kuid õhutamine tagatakse piisava sagedusega segamisega.

Kuressaare: Aktiivmuda eraldatakse veest järelsetitites. Osa sellest tagastatakse bioloogilise puhastuse algusesse (anaeroobsesse kambrisse), liigmuda suunatakse muda stabilisaatorisse. Viimases hoitakse lahustunud hapniku sisaldus 5 mg/l piires. Stabiliseerimine peaks ära hoidma muda haisemise. Stabiliseeritud muda suunatakse mudatihendajasse ja seejärel tsentrifugeeritakse. Fuugitud muda antakse üle OÜ Eesti Kompostile, kes komposteerivad reoveesetteid koos põhu, saepuru, turba ja aiapäätmetega. Aunad kolmnurksed, segatakse aunasegajatega iga paari päeva tagant. Lisaõhutust aunadesse ei anta, kuid õhutamine tagatakse piisava sagedusega segamisega.

Tartu: Aktiivmuda eraldatakse veest järelsetitites. Osa sellest tagastatakse biopuhastuse algusetappi (anaeroobsesse kambrisse), teine osa eelsetititesse ja ülejäänud suunatakse pärast

flokulandiga segamist mudatihendajasse. Kasutatakse orgaanilist flokulanti. Tihendatud muda pressitakse ja viiakse siis kompostimise väljakutele. Reoveesetteid kompostitakse koos turba, puulaastude, aiajäätmete jm-ga. Aunad kolmnurksed, segatakse aunasegajatega iga paari päeva tagant. Lisaõhutust aunadesse ei anta, kuid õhutamine tagatakse piisava sagedusega segamisega.

Viljandi: Aktiivmuda eraldatakse veest järelsetitites. Osa sellest tagastatakse biopuhastuse algusetappi, liigmuda suunatakse mudapressi. Pressitud muda läheb kompostimise väljakutele, kus komposteeritakse koos turba ning aiajääkidega. Komposteerimisprotsess oli proovivõtude ajal kaootiline, kuid reoveepuhastusjaama juhataja hr. Raivo Udrise sõnul plaanitakse 2010.a. osta tehnikat aunade segamiseks. Aunad meenutasid kujult hunnikuid, segamine toimus kaootiliselt. Sisuliselt proovivõtuperioodil komposteerimist ei toimunud.

Komposteerimise ning ohutuse seisukohalt on otstarbekas jälgida järgnevat:

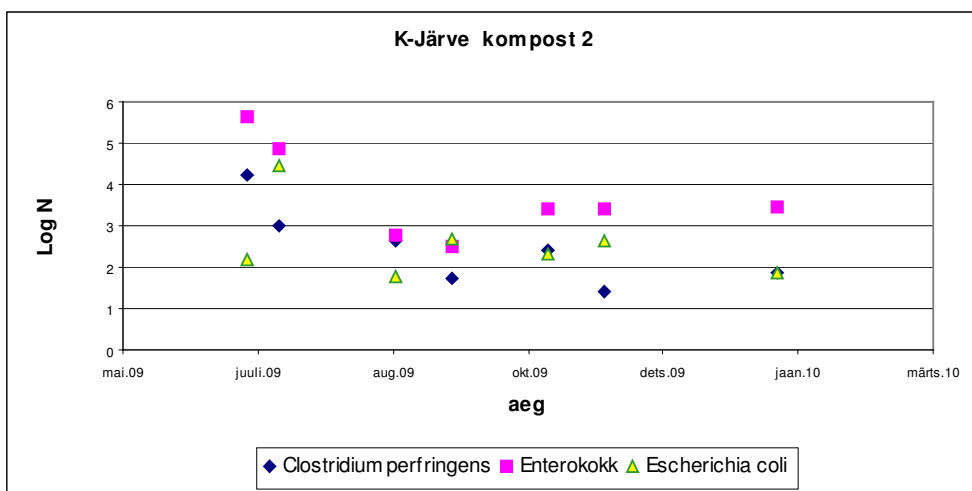
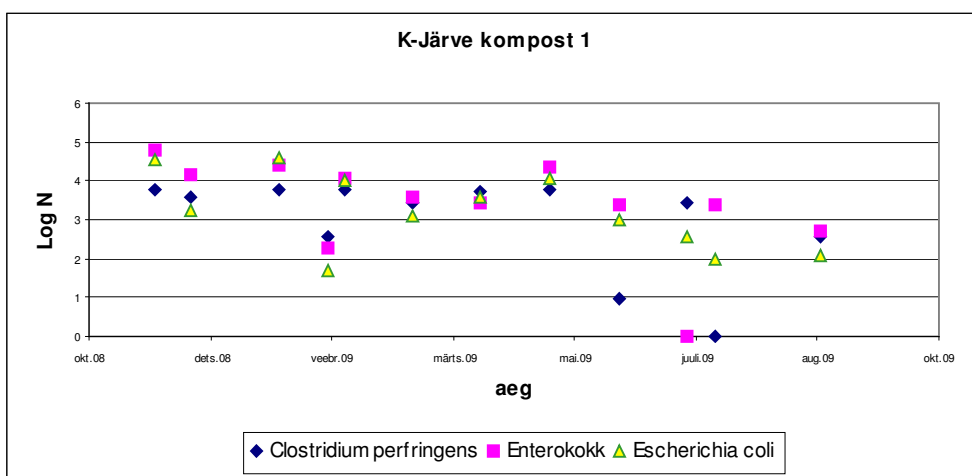
Temperatuur – komposteerimine on eksotermiline protsess – bakterite, seente jt mikroorganismide elutegevuse tagajärjel eraldub soojust, mis mõjutab ka lagundamiskiirust. Käesoleva projekti raames kompostiaunade temperatuure pidevalt ei määratud, seega puudub pidev info proovivõtu ajale iseloomulike temperatuuride kohta. Reoveesette töötajate kogemuste kohaselt talvisel ajal (õhutemperatuur alla 0 kraadi) aunasid käima saada ei õnnestu. Rusikareegel on, et sügisel käima saadud aunad hoiavad temperatuuri ka talvel, kuid talvel tekkinud setteid hakatakse komposteerima alles ilmade soojenedes.

pH – mikroorganismide elutegevus on pH-st sõltuv. Ideaalne kasvukeskkond on $7 < \text{pH} < 11$. pH väärtused alla 5 võivad olla inhibeerivad. pH väärtuste langemine komposteerimise protsessi käigus võib viidata ka vähesele aeratsioonile ning iseeneslike anaeroobsete protsesside tekkimisele. OÜ Järve Biopuhastuse septembri proovis oli sellele näiteks viiteid (pH=5,57). Analüüsitulemused on toodud alapeatükis 4.5.1.

C/N suhe – süsiniku ja lämmastiku aatomite vaheline suhe toormaterjalis mõjutab väga palju komposteerimisprotsessi kiirust. Optimaalsed tingimused on $20/1 < \text{C/N} < 35/1$. Kui C/N suhe langeb alla 10/1, siis võib tekkida süsinikupuudus ja kui suhe on üle 40/1, siis lämmastiku puudus ning mikroorganismid pole enam võimelised kasvama. Kõige väiksemat C/N suhet (vahemikus 9/1...11/1) täheldati OÜ Järve Biopuhastuse pastöriseeritud komposti proovis. Madalaid suhteid esines ka Pärnu ning Tartu proovides. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ-s tehtud üldorgaanilise süsiniku ning üldlämmastiku analüüsid ei näita aga bioloogiliselt koheselt omastatavate süsiniku- ning lämmastikuühendite suhet. Analüüsitulemused on toodud alapeatükis 4.5.1.

Raskemetallid – piinormid on kehtestatud Keskkonnaministri määrusega nr 78. Piinormide ületamist komposteeritavates aunades ei täheldatud. Analüüsitulemused on toodud alapeatükis 4.5.1.

Hügieeniparameetrid – kogu proovivõtu ajal vaadeldud aunadest ei osutunud komposteerimisprotsessi lõppedes 100% hügieeniliselt ohutuks ükski. Täpsemad analüüsitulemused on toodud alapeatükis 4.5.1. Tuleb aga märkida, et vaadeldud aunad ladustatakse käitlejate territooriumile ka peale aktiivse komposteerimisprotsessi lõppu järelküpsemisele. Alljärgnevatel graafikutel on näitena toodud OÜ Järve Biopuhastuse kaks kompostiauna, neist K-Järve kompost 1 on alustatud oktoobris 2008 ning K-Järve kompost 2 juunis 2009, kusjuurest viimase puhul on eelnevalt kasutatud reoveesette pastöriseerimist.



Euroopa Kompostivõrgustiku (ECN) kompostimise manuaali kohaselt (Open windrow composting manual, 2008) peaksid olema komposteerimisväljakud pealt katusega kaetud, et ära hoida niiskussisalduse muutusi ning toitainete kaotust. Vaadeldud puhastites selliseid

kaetud väljakuid ei olnud. See võib olla ka üks põhjuseid, miks aunkompostimise käigus hügieenilist ohutust ei saavutata.

4.5.1. Töödeldud sette analüüsitulemused

Raskemetallide sisaldus

Tabelis 20 on toodud raskemetallide sisaldused reoveesette komposti proovides. Piirnormide ületamist ei täheldatud.

Tabel 20. Raskemetallide sisaldus.

Akt	Kuupäev	Valdaja	Kirjeldus	Asula	Cd, mg/kg	Cr, mg/kg	Cu, mg/kg	Hg, mg/kg	Ni, mg/kg	Pb, mg/kg	Zn, mg/kg
EE08003207	14.10.2008	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	<1	4,7	49,2	0,21	3,04	5,71	108
EE08003555	27.10.2008	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	<1	5,36	82,1	0,16	3,88	7,6	137
EE08003683	12.11.2008	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	<1	8,17	120	0,2	5,17	9	205
EE09000184	29.01.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	<1	5,59	70,1	0,2	4,27	6,81	131
EE09000340	26.02.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	<1	4,04	79,8	0,2	3,13	3,94	132
EE09000661	26.03.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	<1	7,06	95,1	0,23	4,9	6,91	166
EE09000875	21.04.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	<1	9,25	87,5	0,25	5,3	14,4	199
EE09001120	20.05.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	<1	5,24	62,5	0,17	2,12	5,19	91,8
EE09001462	18.06.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	<1	5,8	64	0,1	3,5	6,85	162
EE09001678	8.07.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	<1	5,55	75	0,33	4,75	8,35	164
EE09001935	12.08.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	<1	7,66	115	0,26	4,72	10,4	241
EE09002287	9.09.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	<1	7,78	117	0,33	5,06	11,1	245
EE09002624	7.10.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	<1	10,9	54,4	0,16	4,36	18,5	304
EE09002912	4.11.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	<1	9,62	34	0,1	4,47	21,5	201
EE08003936	4.12.2008	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	1,03	9,7	86	0,06	5,05	6,91	74
EE09000453	11.03.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	<1	7,55	24,3	0,12	4,9	6,08	93,6
EE09000776	8.04.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	<1	9,25	149	0,09	4,85	7,25	121
EE09001036	7.05.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	<1	5,54	68,6	0,11	3,53	6,08	74
EE09001279	4.06.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	<1	7,6	30	0,13	5,82	7,6	122
EE09001601	2.07.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	<1	9,26	38,4	0,19	6,32	8,24	156
EE09001751	14.07.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	<1	9,76	30,6	0,15	6,68	8,99	165
EE09002109	26.08.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	<1	8,11	29,4	0,11	7,45	9,08	179
EE09002393	16.09.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	<1	9,1	45,9	0,15	6,8	8,05	149
EE09002790	21.10.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	<1	10	40	0,22	7,12	9,95	172
EE08003935	4.12.2008	Eesti Kompost OÜ	Kompost 2.a	Rakvere	1,3	14,7	41,4	0,19	9	18,1	148

EE08003876	25.11.2008	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	1,13	8,75	34,9	0,6	7,86	6,69	143
EE08004073	10.12.2008	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	<1	6,9	25,7	0,12	6,25	8,8	139
EE09000113	15.01.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	<1	12,6	35,8	0,31	8,65	7,6	170
EE09000204	4.02.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	<1	12,4	34,4	0,29	8,04	7,21	174
EE09000235	11.02.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	1,11	17,1	44,7	0,51	13	9,47	184
EE09000451	11.03.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	<1	10,9	28,7	0,38	7,06	6,62	346
EE09000775	8.04.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	<1	12,9	58,2	0,39	8,32	7,16	161
EE09001031	7.05.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	<1	7,32	29,4	0,19	7,36	5,28	144
EE09001277	4.06.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	<1	12,4	29,3	0,26	9,05	9,7	179
EE09001598	2.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	1	11,5	29,9	0,55	9,8	8,05	179
EE09001748	14.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	<1	11,6	30,2	0,42	9,76	7,84	197
EE09002107	26.08.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	1,32	14,4	37,3	0,54	11,6	10,1	253
EE09001599	2.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Pastöriseeritud kompost	Kohtla-Järve	1,05	22	70	0,72	23,6	13,2	260
EE09001749	14.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Pastöriseeritud kompost	Kohtla-Järve	<1	25,3	75,5	1,16	18,9	20,3	410
EE09002105	26.08.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Pastöriseeritud kompost	Kohtla-Järve	1,1	18,1	48,9	0,96	14,5	14,7	317
EE09002401	16.09.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Pastöriseeritud kompost	Kohtla-Järve	<1	19,2	60	1,38	17,7	26,5	550
EE09002788	21.10.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Pastöriseeritud kompost	Kohtla-Järve	1,37	26,1	74,5	0,95	21,4	39,5	760
EE09003000	11.11.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Pastöriseeritud kompost	Kohtla-Järve	1,23	8,68	47,4	0,92	19,3	51,8	746
EE10000072	14.01.2010	Järve Biopuhastus OÜ	Pastöriseeritud kompost	Kohtla-Järve	<1	17,9	63,7	0,54	20,9	23,8	490
EE09001084	14.05.2009	Keskkonnanahulduse OÜ	Kompost	Pärnu	<1	9,06	78,3	0,18	9,01	8,26	168
EE09001345	10.06.2009	Keskkonnanahulduse OÜ	Kompost	Pärnu	1,08	29,4	243	0,2	9,86	18,1	736
EE09001754	15.07.2009	Keskkonnanahulduse OÜ	Kompost	Pärnu	<1	17,3	183	0,71	8,49	13,2	547
EE09001890	5.08.2009	Keskkonnanahulduse OÜ	Kompost	Pärnu	<1	34,3	50,6	0,18	20,7	7,09	202
EE09002158	1.09.2009	Keskkonnanahulduse OÜ	Kompost	Pärnu	<1	21,5	221	0,81	9,55	13,9	655
EE09002550	1.10.2009	Keskkonnanahulduse OÜ	Kompost	Pärnu	<1	23,9	253	0,57	8,53	14,1	643
EE09002785	17.10.2009	Keskkonnanahulduse OÜ	Kompost	Pärnu	<1	20,9	66,5	0,41	11,7	13,5	192
EE09002881	29.10.2009	Keskkonnanahulduse OÜ	Kompost	Pärnu	<1	22,7	314	0,63	12	17,1	882
EE10000155	27.01.2010	Keskkonnanahulduse OÜ	Kompost	Pärnu	<1	5,25	35,6	0,21	2,45	5,93	104

EE09003127	24.11.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	Kompost 2	Pärnu	< 0,5	10,7	28,4	0,22	3,47	4,49	74,1
EE09003126	24.11.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	Kompost 3	Pärnu	< 0,5	8,8	26,9	0,17	4,04	5,48	63
EE09000284	18.02.2009	Pärnu Vesi AS	Kompost	Pärnu	<1	17,2	155	0,47	6,05	13,3	427
EE09000549	19.03.2009	Pärnu Vesi AS	Kompost	Pärnu	<1	11,5	52,4	0,12	9,57	7,31	149
EE09000829	16.04.2009	Pärnu Vesi AS	Kompost	Pärnu	1,15	11,6	53,4	0,08	20	7,21	97,6
EE08003275	7.10.2008	Pärnu Vesi AS /	Kompost	Pärnu	<1	27,5	270	0,75	11,7	20,5	696
EE09000149	22.01.2009	Pärnu Vesi AS /	Kompost	Pärnu	<1	19,8	161	0,51	7,6	14,2	454
EE08003994	5.12.2008	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	3,53	63,2	136	0,65	13,5	19,6	574
EE09000937	29.04.2009	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	<1	32,8	101	0,39	8,53	11,5	426
EE09001232	3.06.2009	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	1	32,6	101	0,35	9,48	12,6	443
EE09001488	25.06.2009	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	<1	31,6	99,5	0,33	9,95	12,9	439
EE09001808	22.07.2009	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	<1	37,4	154	0,42	13	16,6	603
EE09002029	19.08.2009	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	<1	42,8	163	0,61	14	17,6	596
EE09002452	22.09.2009	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	<1	41,7	185	0,57	13,8	22,4	709
EE09002698	15.10.2009	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	<1	39,1	157	0,69	12,3	19	632
EE10000110	20.01.2010	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	<1	30,9	133	0,36	21,2	16,4	473
EE08003992	5.12.2008	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	<1	3,96	30,9	0,21	3,16	6,79	107
EE09000180	10.12.2008	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	<1	3,73	24	0,21	2,35	4,56	64,7
EE09000181	10.12.2008	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	<1	7,8	39,7	0,25	4,35	7,85	132
EE09000708	2.04.2009	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	<1	6,84	44,1	0,26	3,98	8,37	151
EE09000940	29.04.2009	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	<1	5,97	35	0,17	3,67	7,19	143
EE09001236	3.06.2009	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	<1	5,8	29,2	0,15	3,54	5,33	107
EE09001490	25.06.2009	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	<1	10,3	53,8	0,33	5,66	8,87	227
EE09001809	22.07.2009	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	<1	9,04	66,8	0,21	6,68	8,27	238
EE09002031	19.08.2009	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	<1	9,13	55,6	0,64	5,41	8,67	226
EE09002696	15.10.2009	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	<1	5,98	41,9	0,48	3,63	8,53	207
EE08003993	5.12.2008	Viljandi Veevärk AS	Valmis kompost	Viljandi	1,75	21,1	92,5	0,73	7,45	22,2	408

Toitainete sisaldus

Tabelis 21 on toodud komposteeritud reoveesetete toitainete sisaldused.

Tabel 21. Komposteeritud reoveesetete toitainete sisaldused.

Akt	Kuupäev	Valdaja	Kirjeldus	Asula	Kuivaine sisaldus, %	Orgaanilise aine sisaldus, %	TOC, mg/kg	pH	Üldämmastik, mg/kg	Üldfosfor, mg/kg	K, mg/kg	C:N	N:P:K
EE08003876	25.11.2008	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	23	77,7	330000	6,69	30800	7813	3750	11/1	8/2/1
EE08004073	10.12.2008	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	28,8	79,2	260000	6,84	22400	4160	4861	12/1	5/1/1
EE09000113	15.01.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	24,7	71,4	400000	7,48	30100	7625	4070	13/1	7/2/1
EE09000204	4.02.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	37,5	67,3	370000	7,34	20000	5540	3863	19/1	5/1/1
EE09000235	11.02.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	25,4	77,3	340000	7,6	28000	8990	4365	12/1	6/2/1
EE09000451	11.03.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	26,5	75,3	380000	7,23	24900	6280	3529	15/1	7/2/1
EE09000775	8.04.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	33,3	55,7		7,41	26900	6670	4077		
EE09001031	7.05.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	46,9	50,9	320000	7,34	25700	6060	4176	13/1	6/1/1
EE09001277	4.06.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	55,4	72,6	383000	8,27	23400	6140	5050	16/1	5/1/1
EE09001598	2.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	58,2	71,6	360000	7,49	21200	8060	5125	17/1	4/2/1
EE09001748	14.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	49,9	73,1	345000	8,27	20400	7970	5833	17/1	3/1/1
EE09002107	26.08.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	68,5	50	310000	6,77	21100	11725	5657	15/1	4/2/1
EE09001599	2.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Pastöriseeritud kompost	Kohtla-Järve	33,5	78,5	424000	8,64	46500	12050	3715	9/1	13/3/1
EE09001749	14.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Pastöriseeritud kompost	Kohtla-Järve	46,2	80,5	421000	7,58	38900	9510	4294	11/1	9/2/1
EE09002105	26.08.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Pastöriseeritud kompost	Kohtla-Järve	47,8	59,7	300000	6,6	27900	8150	4355	11/1	6/2/1
EE09002401	16.09.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Pastöriseeritud kompost	Kohtla-Järve	35,4	74,9	310000	5,57	33800	7750	4090	9/1	8/2/1
EE09002788	21.10.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Pastöriseeritud kompost	Kohtla-Järve	26,7	79,2	370000	6,93	34800	13160	3294	11/1	11/4/1
EE09003000	11.11.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Pastöriseeritud kompost	Kohtla-Järve	28,7	73	360000	5,67	39000	8925	4342	9/1	9/2/1

EE1000072	14.01.2010	Järve Biopuhastus OÜ	Pastöriseeritud kompost	Kohtla-Järve	26	71,4	350000	5,91	33400	7915	4289	11/1	8/2/1
EE08003207	14.10.2008	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	29,5	79,9	380000	6,73	20300	4065	1728	19/1	12/2/1
EE08003555	27.10.2008	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	26,6	77,4	310000	8,24	16100	5775	1990	19/1	8/3/1
EE08003683	12.11.2008	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	26,4	79,7	370000	8,07	17800	10710	2783	21/1	6/4/1
EE09000184	29.01.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	21,8	80,9	390000	6,49	16100	7055	2730	24/1	6/3/1
EE09000340	26.02.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	23,5	85,2	430000	8,43	37300	10830	6306	12/1	6/2/1
EE09000661	26.03.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	21,9	76,1	370000	8,37	16200	9175	2922	23/1	6/3/1
EE09000875	21.04.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	33,6	48,4	300000	6,68	18100	12015	7780	17/1	2/2/1
EE09001120	20.05.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	51,2	82,3	390000	8,69	24800	9015	12548	16/1	2/1/1
EE09001462	18.06.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	40,5	70,4	424000	8,5	17500	8860	7450	24/1	2/1/1
EE09001678	8.07.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	32,8	76,4	367000	7,48	15400	12500	9500	23,8/1	2/1/1
EE09001935	12.08.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	38,4	66	280000	6,63	20000	14157	7608	14/1	3/2/1
EE09002287	9.09.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	72,3	73,6	300000	6,8	23800	11675	11528	13/1	2/1/1
EE09002624	7.10.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	42	32,6	130000	8,39	9650	5590	4848	14/1	2/1,2/1
EE09002912	4.11.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	50	22,4	110000	7,94	4870	3040	3952	23/1	12/8/10
EE08003275	7.10.2008	Pärnu Vesi AS	Kompost	Pärnu	9,33	73,2	350000	6,66	47700	18400	4155	7/1	11/4/1
EE09000149	22.01.2009	Pärnu Vesi AS	Kompost	Pärnu	19,6	70,3	380000	6,83	33700	12040	3593	11/1	9/3/1
EE09000284	18.02.2009	Pärnu Vesi AS	Kompost	Pärnu	26,6	46,9	390000	6,63	40700	11750	2635	10/1	15/4/1
EE09000549	19.03.2009	Pärnu Vesi AS	Kompost	Pärnu	11,8	75,3	180000	11,99	20200	4170	3639	9/1	6/1/1
EE09000829	16.04.2009	Pärnu Vesi AS	Kompost	Pärnu	42,1	30,4	150000	12,19	8500	1910	3115	18/1	3/1/1
EE09001084	14.05.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	Kompost	Pärnu	39,5	41,7	210000	9,85	16400	2380	4184	13/1	4/1/1
EE09001345	10.06.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	Kompost	Pärnu	40,3	38,6	240000	8,77	10800	2175	3250	22/1	3/1/1
EE09001754	15.07.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	Kompost	Pärnu	34,8	59	332000	8,39	30100	9220	6085	11/1	5/2/1
EE09001890	5.08.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	Kompost	Pärnu	47,7	40,2	162000	7,57	11700	1620	3230	14/1	4/0,5/1
EE09002158	1.09.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	Kompost	Pärnu	52,5	42,5	270000	6,9	23900	10225	6400	11/1	4/1,6/1
EE09002550	1.10.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	Kompost	Pärnu	39,1	51,7	250000	6,59	25300	12030	4754	10/1	5/2,5/1
EE09002785	17.10.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	Kompost	Pärnu	49,1	27,2	180000	8,76	13700	2740	2660	13/1	5/1/1
EE09002881	29.10.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	Kompost	Pärnu	31,1	54	276000	6,73	28100	10460	4721	10/1	6/2/1
EE10000155	27.01.2010	Keskkonnahoolduse OÜ	Kompost	Pärnu	28,8	53,3	310000	7,14	25400	2830	3186	12/1	8/0,9/1
EE09003127	24.11.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	Kompost 2	Pärnu	67,9	10,8	63000	11,86	2870	2805	1213	22/1	2/2/1
EE09003126	24.11.2009	Keskkonnahoolduse OÜ	Kompost 3	Pärnu	67,8	10,4	53000	10,99	4320	2340	1481	12/1	3/1,6/1

EE08003936	4.12.2008	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	33,6	47,1	180000	6,85	10300	4625	2775	17/1	4/2/1
EE09000453	11.03.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	26	63,1	340000	8,14	22500	8070	3534	15/1	6/2/1
EE09000776	8.04.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	33,6	58,8	320000	7,91	16900	7430	3070	19/1	6/2/1
EE09001036	7.05.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	34,7	62,1	270000	7,15	20200	6855	2211	13/1	9/3/1
EE09001279	4.06.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	9,2	80,5	341000	6,94	16200	6175	3822	21/1	4/2/1
EE09001601	2.07.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	38,3	59,5	290000	6,73	15800	8790	3490	18/1	5/3/1
EE09001751	14.07.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	35,7	58,8	264000	6,71	15700	7240	4255	17/1	4/2/1
EE09002109	26.08.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	35,1	60,3	270000	6,85	16000	7550	3296	17/1	5/2/1
EE09002393	16.09.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	40	49,6	260000	6,98	14200	5220	3485	18/1	4/1,5/1
EE09002790	21.10.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	30	57,9	270000	6,95	14200	5370	3188	19/1	4/2/1
EE08003935	4.12.2008	Eesti Kompost OÜ	Kompost 2.a	Rakvere	34,6	69,3	320000	6,41	18900	8575	2085	17/1	9/4/1
EE08003994	5.12.2008	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	42	69,2	330000	6,02	27300	21300	4471	12/1	6/5/1
EE09000937	29.04.2009	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	36,7	64,7	360000	8,74	29000	10660	3338	12/1	9/3/1
EE09001232	3.06.2009	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	53,4	63,7	350000	7,31	29000	12760	3274	12/1	9/4/1
EE09001488	25.06.2009	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	51,8	64,8	349000	7,03	26800	10270	3878	13/1	7/3/1
EE09001808	22.07.2009	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	53,1	59,1	290000	6,39	26400	11950	5147	11/1	5/2/1
EE09002029	19.08.2009	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	28,8	59,4	280000	8,55	29800	14090	4289	9/1	7/3/1
EE09002452	22.09.2009	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	32,4	47,8	270000	6,57	23900	10070	3520	11/1	7/3/1
EE09002698	15.10.2009	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	27,5	52,6	310000	6,89	26700	11120	3802	12/1	7/3/1
EE10000110	20.01.2010	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	25,5	63,9	340000	6,83	26700	9950	3447	13/1	8/3/1
EE08003992	5.12.2008	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	18,2	81,2	360000	5,8	28900	6950	4543	13/1	6/2/1
EE09000180	10.12.2008	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	17	85,5	400000	6,37	25200	6800	2775	16/1	9/2/1
EE09000181	10.12.2008	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	17,3	73,2	360000	6,25	21300	11190	4510	17/1	5/2/1
EE09000708	2.04.2009	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	18,8	71,1	370000	7,1	26600	7770	3219	14/1	8/2/1
EE09000940	29.04.2009	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	18,7	76,2	420000	7,99	32300	10870	5286	13/1	6/2/1
EE09001236	3.06.2009	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	22,2	81,5	430000	8,15	30100	10560	4675	14/1	6/2/1
EE09001490	25.06.2009	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	18,9	82,1	442000	7,85	31000	10620	3854	14/1	8/3/1
EE09001809	22.07.2009	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	19,9	83,5	390000	7,19	27300	12720	5385	14/1	5/2/1
EE09002031	19.08.2009	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	18,1	77	340000	7,06	34900	15735	5352	10/1	7/3/1
EE09002696	15.10.2009	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	15,1	76,3	370000	6,66	38800	9960	4172	10/1	9/2/1
EE08003993	5.12.2008	Viljandi Veevärk AS	Valmis kompost	Viljandi	28,6	67,7	310000	5,74	22700	21075	4230	14/1	5/5/1

Hügieeniparameetrite ning PAH-ide sisaldused

Tabel 22. Komposteeritud reoveesetete hügieeniparameetrite ning PAH-ide sisaldused

Akt	Kuupäev	Valdaja	Kirjeldus	Asula	Clostridium perfringens, PMÜ/1g	Enterokokk, MPN/g	Escherichia coli MPN/g	Salmonella spp 50 grammis	PAH, mg/kg	Helmintide munad 10 grammis
EE08003876	25.11.2008	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	5727	59639	33696	leidub	1,2	
EE08004073	10.12.2008	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	3909	14650	1745	leidub	1,2	
EE09000113	15.01.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	6000	23981	41204	leidub		
EE09000204	4.02.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	382	185	48	ei leidu	0,9	
EE09000235	11.02.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	6091	11892	10730	leidub		
EE09000451	11.03.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	2727	3616	1267	leidub	0,8	
EE09000775	8.04.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	5091	2873	3739	leidub	1	
EE09001031	7.05.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	5636	23204	11224	ei leidu		
EE09001277	4.06.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	9	2312	1030	ei leidu		
EE09001598	2.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	2800	0	387	ei leidu	0,3	
EE09001748	14.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	0	2312	99	ei leidu		
EE09002107	26.08.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Kompost	Kohtla-Järve	364	501	117	ei leidu		Inimesele parasiitseid ei leidu
EE09001599	2.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Pastöriseeritud kompost	Kohtla-Järve	17500	440780	160	ei leidu	0,7	
EE09001749	14.07.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Pastöriseeritud kompost	Kohtla-Järve	1000	70225	28090	ei leidu		
EE09002105	26.08.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Pastöriseeritud kompost	Kohtla-Järve	455	598	58	ei leidu		Kahtlus - Trichocephalus, Ascaris, Taenia
EE09002401	16.09.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Pastöriseeritud kompost	Kohtla-Järve	55	331	470	ei leidu	0,6	
EE09002788	21.10.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Pastöriseeritud kompost	Kohtla-Järve	246	2575	213	leidub	0,5	Kahtlus - Trichocephalus
EE09003000	11.11.2009	Järve Biopuhastus OÜ	Pastöriseeritud kompost	Kohtla-Järve	27	2575	455	leidub		Inimesele parasiitseid ei leidu
EE10000072	14.01.2010	Järve Biopuhastus OÜ	Pastöriseeritud kompost	Kohtla-Järve	73	2873	74	leidub		Inimesele parasiitseid ei leidu

EE08003207	14.10.2008	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	40	58	255	leidub	0,3	
EE08003555	27.10.2008	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	604	17417	6434	ei leidu		
EE08003683	12.11.2008	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	486	331	406	ei leidu	0,4	
EE09000184	29.01.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	3091	16086	5511	ei leidu		
EE09000340	26.02.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	9091	2263400	1234800	leidub		
EE09000661	26.03.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	1818	26711	2783	ei leidu	0,2	
EE09000875	21.04.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	0	2312	1286	ei leidu	< 0.1	
EE09001120	20.05.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	118	113	11344	ei leidu	0,2	
EE09001462	18.06.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	273	8931	2783	ei leidu	0,2	
EE09001678	8.07.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	140000	9348	588960	leidub		
EE09001935	12.08.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	27273	28060	20401	ei leidu		
EE09002287	9.09.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	409	125960	1422	ei leidu		
EE09002624	7.10.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	391	575	99	ei leidu	0,2	Kahtlus - Trichocephalus
EE09002912	4.11.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Kuressaare	118	375	99	ei leidu	0,1	Inimesele parasitseid ei leidu
EE08003275	7.10.2008	Pärnu Vesi AS	Kompost	Pärnu	764	111430	2671100	leidub		
EE09000149	22.01.2009	Pärnu Vesi AS	Kompost	Pärnu	6727	695700	201240	leidub		
EE09000284	18.02.2009	Pärnu Vesi AS	Kompost	Pärnu	20182	670900	1020720	leidub		
EE09000549	19.03.2009	Pärnu Vesi AS	Kompost	Pärnu	5273	10301	283	leidub		
EE09000829	16.04.2009	Pärnu Vesi AS	Kompost	Pärnu	1273	3555	0	ei leidu		
EE09001084	14.05.2009	Keskkonnanaholduse OÜ	Kompost	Pärnu	473	352	467160	ei leidu		
EE09001345	10.06.2009	Keskkonnanaholduse OÜ	Kompost	Pärnu	1727	2873	2261	ei leidu		
EE09001754	15.07.2009	Keskkonnanaholduse OÜ	Kompost	Pärnu	240000	2184000	8877	ei leidu		
EE09001890	5.08.2009	Keskkonnanaholduse OÜ	Kompost	Pärnu	12727	653	99	ei leidu		
EE09002158	1.09.2009	Keskkonnanaholduse OÜ	Kompost	Pärnu	909	1067	74	ei leidu		
EE09002550	1.10.2009	Keskkonnanaholduse OÜ	Kompost	Pärnu	391	1444	957	ei leidu	1,8	Kahtlus - Ascaris
EE09002785	17.10.2009	Keskkonnanaholduse OÜ	Kompost	Pärnu	273	707	586	ei leidu		
EE09002881	29.10.2009	Keskkonnanaholduse OÜ	Kompost	Pärnu	136	463	46	ei leidu		
EE10000155	27.01.2010	Keskkonnanaholduse OÜ	Kompost	Pärnu	1818	30094	1823	leidub		Inimesele parasitseid ei leidu
EE09003127	24.11.2009	Keskkonnanaholduse OÜ	Kompost 2	Pärnu	0	0	23	ei leidu		
EE09003126	24.11.2009	Keskkonnanaholduse OÜ	Kompost 3	Pärnu	0	48	0	ei leidu		
EE08003936	4.12.2008	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	793	2032	25192	leidub	0,6	

EE09000453	11.03.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	1091	82995	135684	leidub		
EE09000776	8.04.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	1727	20788	17631	leidub	0,4	
EE09001036	7.05.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	3091	2626	37600	ei leidu		
EE09001279	4.06.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	518	6957	102932	leidub		
EE09001601	2.07.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	4500	484	892000	ei leidu		
EE09001751	14.07.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	80000	501	14999	leidub		
EE09002109	26.08.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	809	920	0	leidub		Kahtlus - Ascaris
EE09002393	16.09.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	518	1436	1149	ei leidu	0,6	
EE09002790	21.10.2009	Eesti Kompost OÜ	Kompost	Rakvere	1000	1702	280900	leidub	0,8	Kahtlus - Trichocephalus
EE08003935	4.12.2008	Eesti Kompost OÜ	Kompost 2.a	Rakvere	109	29	51	ei leidu		
EE08003994	5.12.2008	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	982	828	<56	leidub	0,6	
EE09000937	29.04.2009	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	10727	355500	2776800	leidub	0,8	
EE09001232	3.06.2009	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	400	2250	10207	ei leidu		
EE09001488	25.06.2009	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	282	4093	22612	ei leidu		
EE09001808	22.07.2009	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	7500	26824	1658	ei leidu		
EE09002029	19.08.2009	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	4909	40630	33198	ei leidu		
EE09002452	22.09.2009	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	5455	3533	554	ei leidu	1	Kahtlus - Toxacara
EE09002698	15.10.2009	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	4091	18995	2330	ei leidu	1,2	Inimesele parasiitseid ei leidu
EE10000110	20.01.2010	Tartu Veevärk AS	Kompost	Tartu	5727	7741	2040080	ei leidu		Inimesele parasiitseid ei leidu
EE08003992	5.12.2008	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	4182	62170	46280	leidub		
EE09000180	10.12.2008	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	2000	20788	14220	leidub		
EE09000181	10.12.2008	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	1818	1067	41204	leidub		
EE09000708	2.04.2009	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	4636	45580	4336	leidub		
EE09000940	29.04.2009	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	10909	82994600	238556	leidub	1,9	
EE09001236	3.06.2009	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	3818	50901	208680	ei leidu	1,1	
EE09001490	25.06.2009	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	5455	280600	280900	ei leidu		
EE09001809	22.07.2009	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	28000	18995	176312	ei leidu		
EE09002031	19.08.2009	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	4273	129770	13568	ei leidu		
EE09002696	15.10.2009	Viljandi Veevärk AS	Kompost	Viljandi	3273	255180	280900	ei leidu	1,6	Inimesele parasiitseid ei leidu
EE08003993	5.12.2008	Viljandi Veevärk AS	Valmis kompost	Viljandi	5182	1126	120	ei leidu	0,9	

5. Biolagunevate olmejäätmete ja köögijäätmete anaeroobne kooskäiritamine reoveesetega

Uuringu eesmärgiks on hinnata sorteeritud olmejäätmete ja eraldi kogutud köögijäätmete mõju anaeroobse kääritamise protsessi efektiivsusele võrreldes reoveesette eraldi käärimisega.

5.1. Metoodika

Biogaasi tootlikkuse katsete läbiviimiseks vajalik inokulum ehk juuretis võeti AS Tallinna Vesi anaeroobsest kääritist. AS Tallinna Vesi kääritist võetud inokulumi kuivaine sisaldus oli 3,5% ja orgaanilise aine sisaldus 53,5%.

Kuni katsete alustamiseni hoiti proove külmkambris temperatuuril + 4°C. Enne analüüside tegemist lasti proovidel soojeneda toatemperatuurini, siis segati ühe minuti jooksul. Homogeenne segu valati 0,5 l keeduklaasi, kust edasisteks analüüsideks tehti vajalikud lahjendused ning võeti vajaliku mahuga proovid.

Toorainete kuiv- ning lenduvaine (orgaanilise kuivaine) sisalduse määramise jaoks eeltöödeldi portselantiiglid. Selleks põletati esmalt portselantiigleid muhvelahjus (*LM 412, Linn High Therm GmbH*) 550°C juures ligikaudu üks tund. Seejärel jahutati tiiglid eksikaatoris, mis on täidetud kuivatatud CaCl₂-ga (veeauru sidumiseks). Järgnevalt kaaluti kõik tiiglid ükshaaval analüütilise kaaluga (*Sartorius, tüüp 1801, Göttingen, Saksamaa*). Konstantse kaalu saavutamiseks põletati tiigleid veelkord 550°C juures kuni tund aega, jahutati eksikaatoris ning korrati kaalumist (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 1995).

Proovide kuivaine (KA, inglise keeles *Total Solids, TS*) sisalduse määramiseks kaaluti analüütilistel kaaludel ligikaudu 100 g proovi, mis asetati eelnevalt ettevalmistatud tiiglitesse. Seejärel kuumutati proovi märgmassiga täidetud tiigleid 8 tundi 105°C juures elektrilises kuivatuskapis (*Shkaf sushilnoi elektricheski kruglõi 2B-151, 220 V, 50 Hz, 560 VA, 1982.a., Venemaa*). Peale kuumutamist asetati tiiglid CaCl₂-ga täidetud eksikaatorisse jahtuma ning peale jahtumist kaaluti tiigleid ükshaaval analüütilise kaaluga. Konstantse kaalu saavutamiseks ning proovi täpse kuivaine sisalduse leidmiseks kuumutati tiigleid veelkord umbes tund aega 105°C juures, jahutati eksikaatoris ning korrati kaalumist.

Lenduvaine (sünonüüm orgaanilisele kuivainele) sisalduse määramine toimus peale proovi kuivaine sisalduse määramist. Selleks kuumutati proovi kuivainega täidetud tiigleid muhvelahjus ligikaudu 1,5 tundi 550°C juures. Peale kuumutamist asetati tiiglid CaCl₂-ga täidetud eksikaatorisse jahtuma ning hiljem kaaluti tiiglid ükshaaval samuti, nagu kuivaine sisalduse määramisel. Konstantse kaalu saavutamiseks ning proovi täpse mineraal- ja

lenduvaine sisalduse leidmiseks kuumutati tiigleid veelkord umbes tund aega 550°C juures, jahutati eksikaatoris ning korrati kaalumist (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 1995).

Proovide biogaasi toogi määramiseks kasutati 1,2 l mahuga Oxitop® katseseadmeid. Iga reaktori korgi all asub piesoelektriline muundur, millega mõõdeti rõhku süsteemis. Oxitop® katseseadmesse pandi proov ja inokulum. Enne katse alustamist juhiti pudelisse paari minuti vältel lämmastikku (puhtusega 99,7%, AGA), et reaktorites tekitada anaeroobne keskkond. Seejärel suleti reaktorid hermeetiliste korkidega ja asetati termokappi +38,5 °C keskkonda. Substraadi segamine reaktorites toimus magnetsegajaga. Anaeroobsel kääritamisel eraldunud biogaasi kvantitatiivseks mõõtmiseks kasutati Oxitop® Control AN 6 manomeetrist katseseadet. Saadud rõhu andmetest lahutati maha inokulumis oleva orgaanilise aine lagundamisel saadud biogaasi maht, mis määrati paralleel-katsega. Seeläbi hinnati ainult proovis oleva orgaanilise aine lagundamisel tekkinud biogaasi hulka. Rõhuandmete töötlemine toimus programmiga Microsoft Excel.

Biogaasis sisalduvate gaaside kvalitatiivseks ja kvantitatiivseks määramiseks kasutati soojusjuhtivusdetektoriga gaaskromatograafi (*Model 3700*), mille peamised tööparameetrid on järgmised:

Kandegaas	- <i>instrument nitrogen 5,0</i> (99,999% N ₂), EY: 231-178-9 (AGA)
Kandegaasi kiirus	- 30 ml/min
Kolonni termostaadi temperatuur	- 40° C
Detektori ploki temperatuur	- 120° C
Kolonni täidis	- Porapak Q
Proovi maht	- 0,5 ml
Gaasiproovides määratavad gaasid	- CH ₄ , O ₂ , CO ₂ , H ₂

5.2. Toorained

Biogaasi potentsiaali katsete jaoks kasutati kolme erinevat toorainet: reoveesetet, biolagunevat fraktsiooni olmejäätmetest ja eraldi kogutud köögijäätmeid. Kõigile kolmele toorainele määrati biogaasi potentsiaal eraldi ning lisaks teostati kaks kooskääritamise katset: biolagunev olmejäätde + reoveesete ja köögijäätde + reoveesete. Toorainete kuiv- ja lenduvaine sisaldused on esitatud Tabel 23.

Parameeter	Reoveesete	Biolagunev olmejääd	Köögijäätmed
Kuivaine (KA), %	3,1	42	34,9
Lenduvaine (LA), %	67,6	49,1	96,1

Tabel 23. Kooskäärutamise toorainete kuiv- ja lenduvaine sisaldused.

Reoveesete kõrge veesisalduse tõttu on see suhteliselt madala energia sisaldusega tooraine ja optimaalse viibeaja tagamiseks 25-30 päeva on vaja suure mahulisi reaktoreid. Seetõttu on reoveesete eraldi käärutamise puhul biogaasi tootlikkus süsteemi mahu kohta äärmiselt tagasihoidlik. Protsessi efektiivsuse tõstmise seisukohast on vajalik väiksema mahuliste ja oluliselt energia rikkamate toorainete kasutamine reoveesetega kooskäärutamiseks. Biolagunevad olmejäätmed ja köögijäätmed on selleks sobivad alternatiivid. Omavahelises võrdluses on köögijäätmed oluliselt suurema energia sisaldusega ja kergemini lagundatavad, kui biolagunevad olmejäätmed. Seda eelkõige kergemini lagundatavate ühendite suuremale osakaalule ning kõrgema rasvade ja proteiinide sisalduse tõttu köögijäätmetes. Biolagunevate olmejäätmete puhul tuleb ära mainida madal lenduvaine sisaldus, mis on osaliselt tingitud mitte biolagunevate jäätmete sisaldusest jäätmevoos.

5.3. Biogaasi potentsiaal

Biogaasi potentsiaali määramise katsete tulemuste alusel saab hinnata tooraine CH₄ tootlikkust massiühiku kohta, leida optimaalne viibeag protsessis ja hinnata biolagundatavust. Katseseeriade maksimaalne ajaline kestvus oli 42-50 päeva (sõltuvalt toorainest ja nende segudest) ja vastav päevade arv on võetud ka maksimaalseks ehk 100% tootlikkuseks. Katseseerias saadud maksimaalsed biogaasi tootlikkuse tulemused on saavutatavad vaid rakendades perioodseid tehnoloogiaid. Tavapäraste biogaasijaamade puhul tuleb arvestada isegi 15-25% väiksemate tootlikkustega sõltuvalt toorainest. Tabel 24 illustreerib erinevatest rahvusvahelistest allikatest kogutud reoveesete biogaasi tootlikkuse andmeid, mida on hea võrrelda antud uuringus saadud tulemustega. Tabel 25 ja Tabel 26 näitavad toorainete metaani tootlikkust (m³ CH₄/t) vastavalt lenduvaine ja märgmassi tonni kohta.

Substraat	KA, %	LA, %	Biogaasi produktioon	Ühik	CH ₄ sisaldus, %
Primaarmuda	5	72	0,29	m ³ /kg LA _{lisatud}	40-50
Primaarmuda ja WAS segu	6,17		0,58	m ³ /kg LA _{lisatud}	-
Primaarmuda ja WAS segu	-	-	0,242	m ³ CH ₄ /kg LA _{lisatud}	-
WAS	-	-	0,2	m ³ /kg LA _{lisatud}	-

WAS	3,6	62	0,13	m ³ /kg LA _{lisatud}	68
Primaarmuda ja WAS segu	4,1	75	0,276	m ³ CH ₄ /kg LA _{lisatud}	71
Primaarmuda ja WAS segu	3,2- 5,02	67	0,278	m ³ CH ₄ /kg LA _{lisatud}	63

WAS- jääk aktiivmuda; KA- kuivaine; LA- lenduvaine

Tabel 24. Reoveesette kuivaine, lenduvaine ja biogaasi potentsiaali väärtused kirjanduse alusel.

Katsepäev	Reoveesete	Biolagunev olmejääde	Reoveesete+ biolagunev olmejääde	Köögi-jäätmed	Reoveesete + köögijäätmed
10	4,7	50,8	7,7	147,9	72,9
15	6,9	77,8	28,9	356,0	104,4
20	26,0	149,2	38,3	428,5	213,3
25	88,1	240,6	53,4	447,6	392,3
30	153,9	280,1	91,4	472,3	516,9
35	170,7	315,7	159,8	487,2	541,9
42	178,9	331,1	308,1	502,8	550,7
50	-	-	449,2	-	-

Table 25. Anaeroobse kääritamise toorainete metaani tootlikkus m³ CH₄/ t LA kohta.

Tabel 25 ja Tabel 26 tulemuste alusel saab järeldada, et katsete teostamiseks võetud reoveesette proov, võrdluses erinevate kirjanduse andmetega (Tabel 24), on keskmise metaani tootlikkusega 178,9 m³ CH₄/ t LA. Kirjanduses toodud CH₄ tootlikkused (m³ CH₄/ t LA) reoveesetele jäävad vahemikku 145-278 m³ CH₄/ t LA. Uuringu „**Reoveesette kääritamisel saadud biogaasi kasutamise võimalused Tartu linna ühistranspordis**“ käigus teostatud reoveesette biogaasi potentsiaali katsete tulemused on mõnevõrra väiksemad kui antud uuringus. Reoveesette metaani tootlikkused kõikusid vahemikus 141-176 m³ CH₄/ t LA.

Reoveesette metaani tootlikkuse kõikumine erinevates reoveepuhastusjaamades võib olla tingitud mitmetest erinevatest faktoritest: tööstusjäätmete mahust üldkanalisatsioonis, kanalisatsioonis toimuvast orgaanilise aine lagunemise astmest, toorsette ja jääkaktiivmuda vahekorras reoveesettes jne. Metaani sisaldus biogaasis stabiilse protsessi ajal oli reoveesette katse puhul 62%.

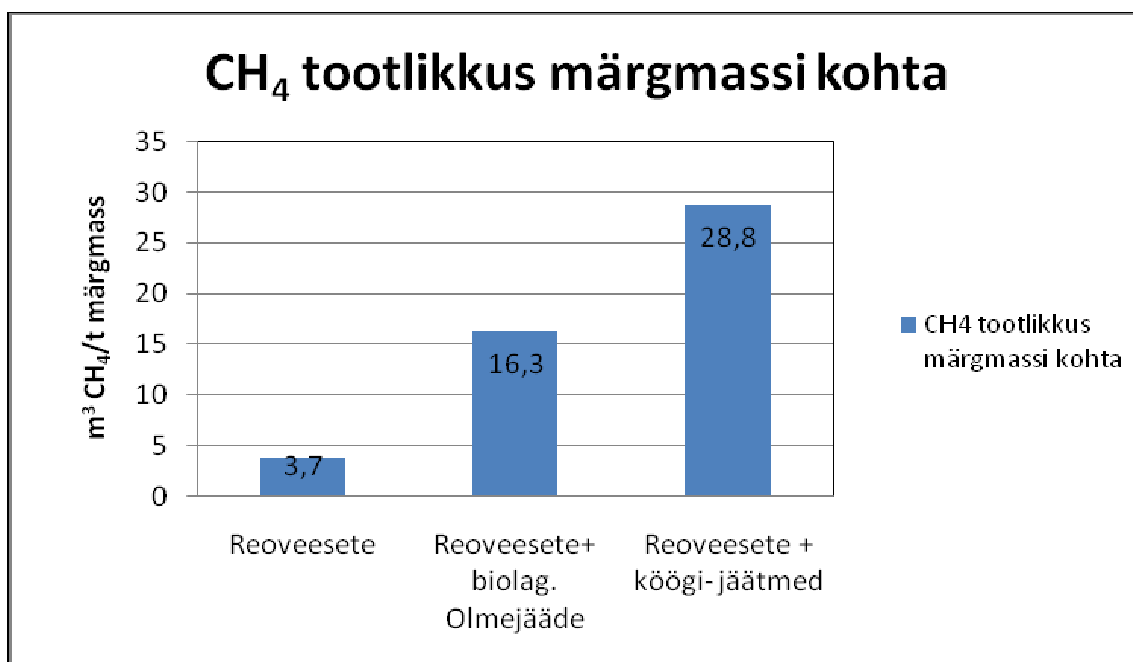
Katsepäev	Reoveesete	Biolagunev olmejääde	Reoveesete+ biolagunev olmejääde	Köögi-jäätmed	Reoveesete + köögijäätmed
10	0,1	10,5	0,3	49,6	3,8

15	0,1	16,0	1,1	119,4	5,5
20	0,5	30,8	1,4	143,7	11,1
25	1,8	49,6	1,9	150,1	20,5
30	3,2	57,8	3,3	158,4	27,0
35	3,6	65,1	5,8	163,4	28,3
42	3,7	68,3	11,2	168,6	28,8
50	-	-	16,3	-	-

Tabel 26. Biogaasi tootmise toorainete metaani tootlikkus $m^3 CH_4/t$ märgmassi kohta.

Biolagunevate olmejäätmete ja köögijäätmete omavahelisel võrdlusel tuleb selgelt välja köögijäätmete suurem energia sisaldus, mis on märgmassi kohta ligikaudu 2,5 korda suurem. Köögijäätmete eraldi kogumisel on eeltötluse vajadus samuti oluliselt väiksem. See ei tähenda, et biolagunev olmejääd oleks halb tooraine biogaasi tootmiseks, sest Eestis toodetud rohusilode metaani tootlikkus on võrdväärne eelnimetatuga.

Biolagunevate olmejäätmete kooskääritamise katse puhul koostati segu proportsioonis 8,3% biolagunevaid olmejäätmeid ja 91,7% reoveesetet. Köögijäätmete puhul oli proportsioon 10% köögijäätmeid ja 90% reoveesetet. Mõlemad segud koostati märgmassi kohta. Graafik 2 illustreerib anaeroobse kääritamise efektiivsuse tõusu sisestatava tooraine tonni kohta, kui võrrelda reoveesette eraldi kääritamist ja kooskääritamist eelnevalt nimetatud proportsioonides. Biolagunevate olmejäätmete lisamisel tõusis tootlikkus 4,1 korda ja köögijäätmete puhul tõusis efektiivsus 7,53 korda. Kooskääritamise puhul limiteerivaks faktoriks lisatoorainete lisamisel võib saada orgaaniline koormus (OLR). Probleemideta anaeroobse kääritamise protsessi tagamiseks ei tohiks OLR ületada 2,5-3 kg LA/ m^3 reaktori mahu kohta päevas. Teostatud kooskääritamise katsete puhul oli arvutuslik orgaaniline koormus 1,36 kg LA/ m^3 biolagunevate olmejäätmete ja 2,1 kg LA/ m^3 köögijäätmete puhul. Seega on võimalik suurendada mõlema lisatooraine osakaalu reaktorite sisendis, mis omakorda suurendab efektiivsust veelgi. Siiski tuleb meenutada, et tegu on 42-50 päeva kestnud perioodsete katsetega, mille tulemusi ei saa üks-ühele üle kanda pidevvoolsetele reaktoritele. Oluline tähtsus on optimaalse viibeaja määramisel, reostuskoormuse vähenemisel väljavoolus, eeltötlusel jne.



Graafik 2. Reoveesete ja kooskäiritamise katsete metaani tootlikkuse võrdlus märgmassi kohta.

Metaani sisaldus biogaasis on ära märgitud Tabel 27-s. Natukene üllatuslikuks tulemuseks on ligi 68-69% CH₄ sisaldus biogaasis stabiilse protsessi saabudes. Arvutuste aluseks tuleb siiski võtta metaani tootlikkuse tulemused märgmassi või lenduvaine kohta, kus on eelnevalt arvestatud kumulatiivset biogaasi teket ja CH₄ osakaalu muutusi biogaasis.

CH ₄ sisaldus biogaasis	Reoveesete	Biolagunev olmejääde	Reoveesete+ biolagunev olmejääde	Köögi-jäätmed	Reoveesete + köögijäätmed
CH ₄ , %	62	62,5	68	63	63

Tabel 27. Metaani sisaldus biogaasis stabiilse protsessi korral.

Tabel 27 ja Graafik 4 eesmärgiks on illustreerida metaani tootlikkuse ajalist jaotust ehk millisest hetkest alates metaani juurdekasv ajaühikus väheneb marginaalseks ja milline võiks olla optimaalne viibeag protsessis. Konkreetsete soovitude ja tehnoloogiliste lahenduste võrdluse jaoks on vaja teostada protsessikadude arvutused igale toorainele ja toorainete segule eraldi.

Katsepäev	Reoveesete	Biolagunev olmejääde	Reoveesete+ biolagunev olmejääde	Köögi-jäätmed	Reoveesete + köögijäätmed
10	2,6	15,3	1,7	29,4	13,2
15	3,9	23,5	6,4	70,8	19,0
20	14,5	45,1	8,5	85,2	38,7
25	49,2	72,7	11,9	89,0	71,2

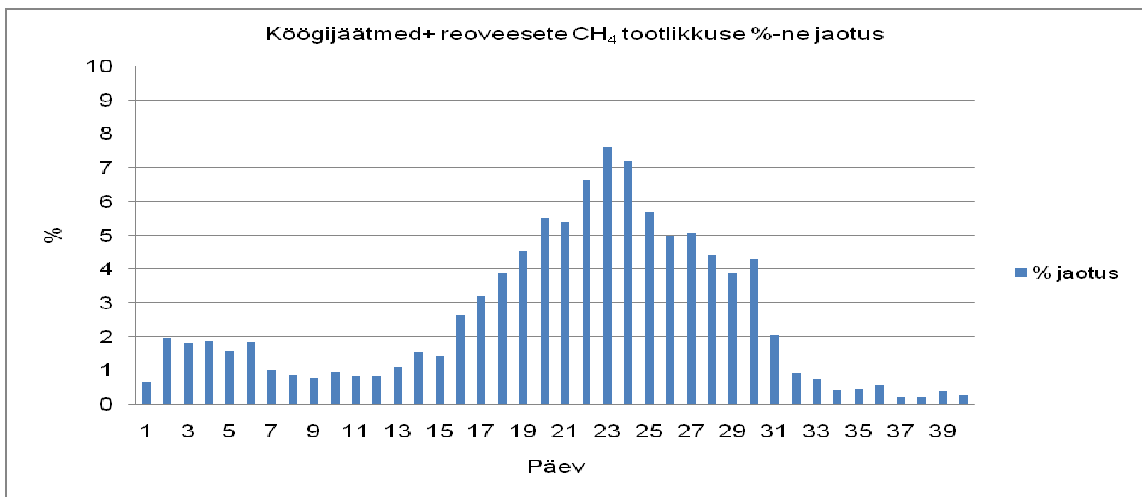
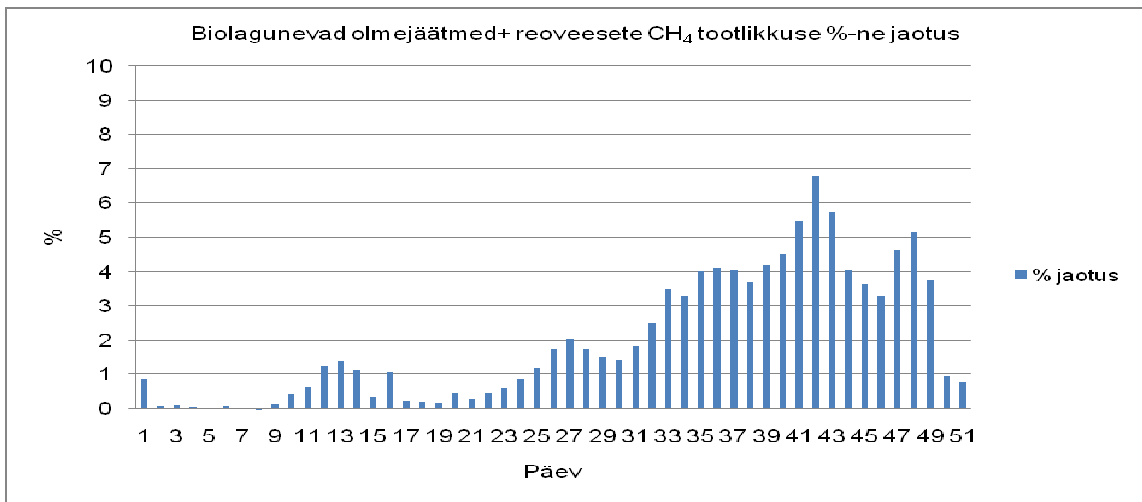
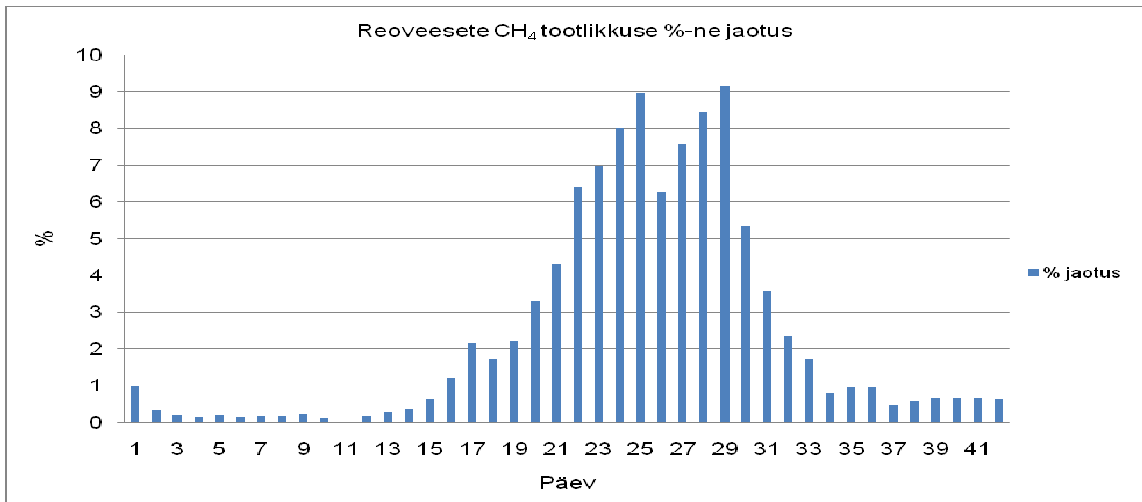
30	86,0	84,6	20,4	93,9	93,9
35	95,4	95,3	35,6	96,9	98,4
42	100,0	100,0	68,6	100,0	100,0
50	-	-	100,0	-	-

Tabel 28. Metaani tootlikkuse ajaline jaotus (%) võrreldes 42(50) päeva kumulatiivse tootlikkusega.

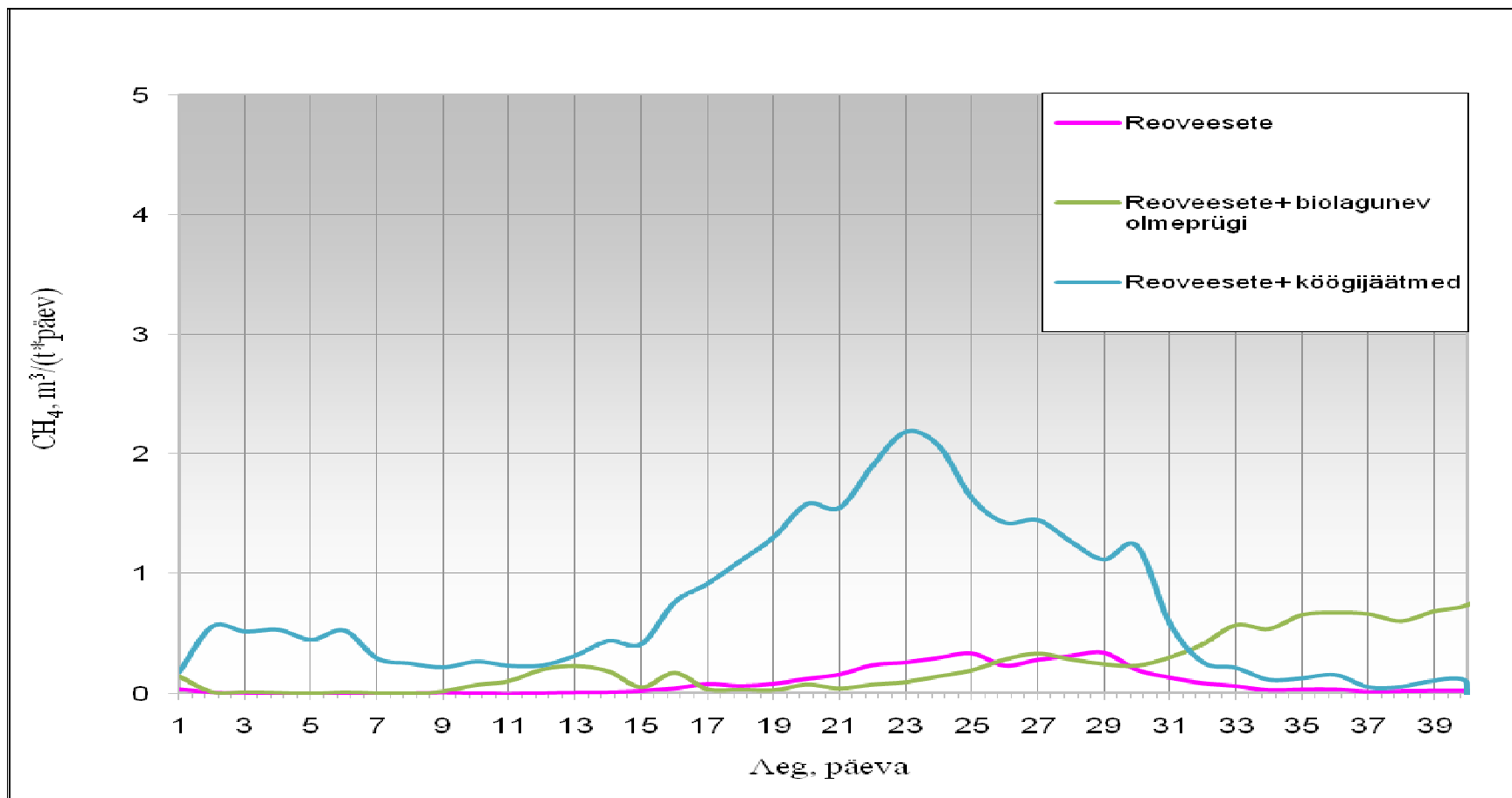
Graafik 3 näitab kergesti lagundatava osa vähesust reoveesettes ja seetõttu algab metaani tootmine viibega. Biolagundatavate olmejäätmete ja reoveesette kooskäritamisel on kokku segatud kaks toorainet, mis sisaldavad suuremas osas komplektseid orgaanilisi ühendeid ja sellest tulenevalt algab intensiivsem metanogeneesi faas alles 20-ndal katsepäeval. Köögijäätmete ja reoveesette kooskäritamise katse puhul on graafik oluliselt teistsuguse kujuga ja see tuleneb eelkõige kergemini lagundatavate ühendite suuremast osakaalust köögijäätmetes. Köögijäätmete ja reoveesette kooskäritamisel on optimaalsem viibeaeg 30-32 päeva. Reoveesette ja biolagunevate olmejäätmete kooskäritamisel peaks viibeaeg olema oluliselt pikem ehk ligikaudu 45 päeva, et ära kasutada kogu tooraines sisalduv energia potentsiaal. Mõlema kooskäritamise segu puhul aitaks optimaalset viibeaega vähendada eraldi hüdrolüüsi reaktori kasutamine enne tooraine segu reaktorisse juhtimist.

5.4. Kokkuvõte

Uuringu tulemused näitavad selgelt, et biolagunevate olmejäätmete ja köögijäätmete kooskäritamine reoveesetega on protsessi efektiivsuse seisukohalt oluliselt kasulik, kui reoveesette eraldi käiritamine ($3,7 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/ \text{ t}$ märgmass). Biolagunevate olmejäätmete kooskäritamisel reoveesetega tõusis tootlikkus märgmassi kohta 4,1 korda ja köögijäätmete puhul 7,5 korda. Samas tuleb rõhutada, et nende tootlikkuste saavutamiseks vajab köögijäätmete ja reoveesette kooskäritamine kolmandiku võrra vähem aega ning seega ka kolmandiku võrra väiksemat reaktorite mahtu.



Graafik 3 Reoveesette, biolagunevate olmejäätmete+reoveesette ja köögijäätmete+reoveesette metaani tootlikkuse %-ne jaotus katsepäevade jooksul.



Graafik 4. Metaani tootlikkus, $\text{m}^3/(\text{t} \cdot \text{päev})$

6. Võimalike regionaalsete töötlusjaamadena vaatluse alla võetud ettevõtete sobivuse analüüs

Ülesande püstitus

Logistilisest analüüsist peab selguma, kus tsentraalsed sette käitlusjaamad peaks paiknema ja milline on majanduslikult tasuv piirkond reoveesetete kokku kogumiseks. Et täpseid reoveesetete koguseid on väiksemates puhastites praktiliselt võimatu jälgida, siis leiti enamik sette kogused arvutuslikult.

Selle kaudu peaks selguma, kui suurelt alalt tasub reoveesetteid (ja biolagunevaid jäätmeid – lisandub projekti jätkuga) kokku koguda. Analüüsi tulemusena peaksid selguma piirkonnad, nende asetused ja keskused.

Tuleb arvestada ka setete transportimisest tulenevaid probleeme. Paljudes reoveepuhastites puudub veetustamise võimalus (pressid, tsentrifuugid) ja seega pole võimalik neid setteid “mugavalt” kastiautoga punktist A punkti B vedada. Nendes reoveepuhastites kasutatakse setete tahendamiseks sageli mudaväljakuid, kus 2-4% KA sisaldusega liigmuda juhitakse väljakule/platsile/tiiki ja lastakse settida. Üleliigne vesi juhitakse ära drenaaži abil.

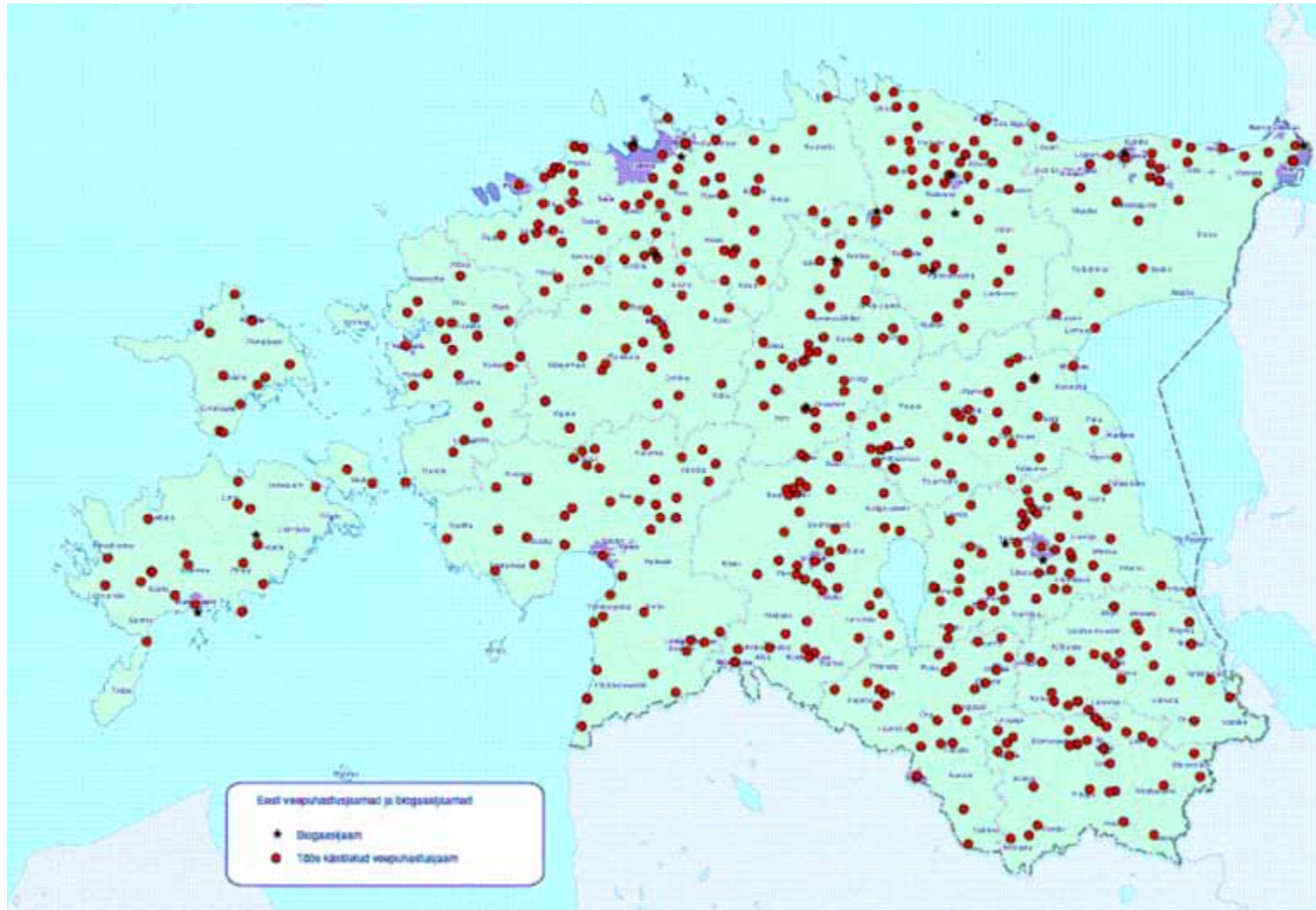
Logistiline analüüs⁴

Logistilise analüüsi aluseks on veepuhastusjaamade asukohad kaardil. Kuna kõikide jaamade täpseid asukohti ei ole teada, siis on kasutatud veepuhastusjaamade asukohta kirjeldava EHAK koodi kaudu vastava asustusüksuse geograafilises keskmes olevat punkti. See tekitab suuremate asustusüksuste puhul suurema vea, kuid on kasutada oleva informatsiooni juures optimaalseim lahendus.

Lisaks on töös kasutatud 17-ne teadaoleva reoveepuhastuses tekkiva muda või põllumajanduses tekkiva läga / sõnniku töötlemise projekti (kas juba töötav või planeeritav). Nende jaotusest kaardil on näha, et enamus sellelaadseid arendusi on Eesti idaosas või kirdeosas, Lõuna-Eestis ja Pärnu-ning Läänemaal vastavad arendused puuduvad. Veepuhastusjaamade ja biogaasi tootmise jaamade asukohad on toodud joonisel 10.

⁴ Teostaja OÜ GeoKes

Joonis 10 Veepuhastusjaamade ja biogaasi tootmise jaamade asukohad



Tabel 29 Biogaasi tootmise jaamade asukohad ja firmad

Üldnimetus	Kasutatav toore	Firma	Aadress
Vinni	veise vedel- ja tahkesõnnik, sealäga	Vinimex OÜ	Sõpruse 5, Vinni, Vinni vald, Lääne-Virumaa
Oisu	veise vedel- ja tahkesõnnik, sealäga	Estpig OÜ	Tehnika 1 Türi vald, Oisu, Järvamaa
Tapa	reoveesete ja põllumajandussaadused	Tapa Vesi AS	Rakvere tee 1, 45106 Tapa, Lääne-Virumaa
Aravete	sealäga	Aravete Agro OÜ	Piibe mnt 16, Aravete alevik, Ambla vald, Järvamaa
Loo	linnusõnnik	AS Tallegg	Saha tee 18, Loo, Harju maakond
Väike-Maarja	veise vedel- ja tahkesõnnik, sealäga	Loomsete jäätmete käitlemise AS	Ebavere küla, Väike-Maarja vald, Lääne-Virumaa
Tallinn	veepuhastusjaam	Tallinna Vesi AS	Ädala 10, Tallinn
Jööri	sõnnik	OÜ Valjala Seakasvatus	Jööri küla, 94332 Valjala vald, Saaremaa
Narva	veepuhastusjaam	Narva Vesi AS	Kulgu 4, 20104 Narva, Ida-Virumaa
Salutaguse	pärmitehas	Salutaguse Pärmitehas AS	Salutaguse Kohila vald 79745 Rapla maakond
Rakvere	veepuhastusjaam	Rakvere Vesi AS	Tallinna 5A, Rakvere, Lääne-Virumaa
Kuressaare	veepuhastusjaam	Kuressaare veevärk AS	Pikk 23, Kuressaare, Saaremaa
Tartu	veepuhastusjaam	AS Tartu veevärk	Tähe 118, 51013, Tartu
Torma	sõnnik	Torma Põllumajandusosühing	Torma, Torma vald, 48502 Jõgeva maakond
Ilmatsalu	sõnnik	Tartu Agro AS	Ilmatsalu sjk, Tähtvere vald, Tartumaa
Kohtla-Järve	kompost, homogeniseerimine	OÜ Järve Biopuhasti	Uus-Tehase 13, Kohtla-Järve, Ida-Virumaa

Biogaasi tootmise jaamade asukohad on kaardile kantud täpsusega, mida võimaldas Maaameti kaardiserveri teenus.

Teine suurem grupp, millele logistika puhul keskenduda tuleb, on linnad. Tendents näitab, et suuremate veepuhastusjaamade juures on otstarbekas reoveesete töötlus teha kohapeal, sest väga suurte koguste viimine allikast eemale on kulukas.

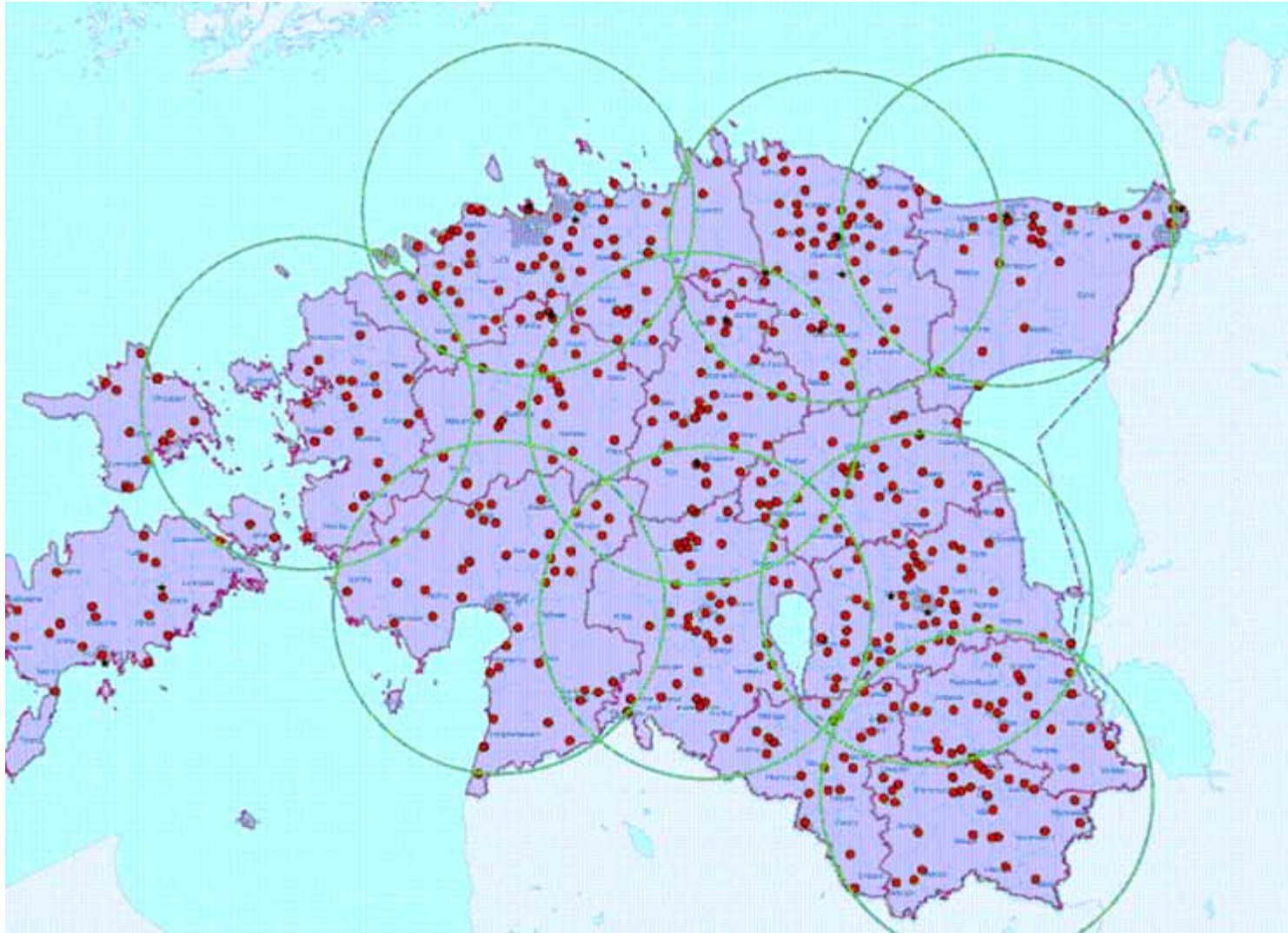
Tabel 30 Suuremates linnades asuvad linna veevärgid või suurte firmade veepuhastusjaamad (tekkega kuni 1000 t/a)

Veevargi kood	Veevargi nimi	Juriidilise isiku nimetus	EHAK	Setet, t, 1,5%
TL0687	Tallinn grupp	Tallinna Vesi AS, Tallinn	0784	770068,50
IV0677	Narva	Narva Vesi AS	0511	133714,20
HA0065	Kehra tehas	Horizon Tselluloosi ja Paberi AS	2928	118312,40
IV0044	Kohtla-Järve reoveepuhasti	Järve Biopuhastus OÜ	0322	111240,00
TA0006	Tartu	Tartu Veevärk AS	0795	77712,00
PL0672	Pärnu	Pärnu Vesi AS	0625	73350,00
LV0028	Rakvere	Rakvere Vesi AS	8525	49755,00
IV0677	Narva	Narva Vesi AS	0511	39737,31
VI0650	Viljandi	Viljandi Veevärk AS	0897	31714,22
LV0135	Estonian Cell AS	Estonian Cell AS	0345	794000,00
SA0201	Kuressaare	Kuressaare Veevärk AS	0349	25965,00
VO0654	Võru	Võru Vesi AS	0919	22631,72
IV1214	Sillamäe	Sillamäe Veevärk AS	0735	21185,75
JA0071	Paide puhasti	Paide Reoveepuhasti OÜ	0566	18106,50
VA0654	Valga	Valga Vesi AS	0854	15990,00
JO0663	Jõgeva	Jõgeva Vesi OÜ	0249	11012,48
HA0378	Paldiski	Paldiski Linnahoolduse OÜ	0580	10920,60
PO0121	Põlva	Põlva Vesi AS	0620	10129,88
RA0658	Rapla	Rapla Vesi AS	6826	8578,16
LA0670	Haapsalu	Haapsalu Veevärk AS	0183	7189,46
LV0029	Tapa	Tapa Vesi AS	8140	6394,50
JO0664	Põltsamaa	Melior OÜ	0617	6072,00
HA0685	Keila	Keila Vesi AS	0296	5703,92
VO0205	Võru Juust AS, Võru	Võru Juust AS	0919	3507,75
IV0003	Kohtla-Järve Soojus AS, Ahtme	Kohtla-Järve Soojus AS	0120	3157,58
JA0259	Türi	Türi Vesi OÜ	8595	3000,00
HI1140	Kärdla Nõmme	Kärdla Veevärk AS	0371	2580,00
VA0655	Otepää	Otepää Veevärk AS	5754	2500,31
LV0050	Kunda	Kunda Vesi AS	0345	2398,50
HA1374	Loksa reoveepuhasti	Loksa Linnavalitsus	0424	2226,53
IV0044	Ahtme	Järve Biopuhastus OÜ	0120	2211,60
LV0006	Tamsalu	Tamsalu Vesi AS	8130	2155,50
IV0008	Balti Elektri jaam , Narva	Narva Elektri jaamad AS, Balti Elektri jaam	0511	1432,89
TM0001	Elva	Aqua and Waste Services OÜ	0170	1260,78

Halliga on märgitud tööstusettevõtted, kellel on eraldi veepuhastussüsteemid.

Selleks, et grupeerida võimalikke keskusi, kuhu reoveesetega tegelemist koondada on otstarbekas arendada eelkõige suuri, olemasolevaid veepuhastusjaamu või nende läheduses olevaid projekte.

Joonis 11 suuremate linnade ümber 50 km raadiusesse jäävad veepuhastusjaamad



Joonisel 11 toodud keskusteks on:

1. Tallinn
2. Haapsalu
3. Pärnu
4. Viljandi
5. Paide
6. Võru
7. Tartu
8. Rakvere
9. Kohtla-Järve

Lähtuvalt eeltoodust saab Eestis teha jaotuse ümber nende suurimate regionaalsete keskuste, milles on ühtlasi ka maakondade / regioonide suurimad veepuhastusjaamad. Täpsemad regioonide joonised on toodud käesoleva töö lisades.

Tinglikult võib neid regioone nimetada järgmiselt:

1. Harjumaa – keskusega Tallinn
2. Läänemaa – keskusega Haapsalu
3. Pärnumaa – keskusega Pärnu
4. Viljandimaa – keskusega Viljandi
5. Kesk-Eesti – keskusega Paide
6. Lõuna-eesti – keskusega Võru
7. Tartumaa – keskusega Tartu
8. Lääne-Virumaa – keskusega Rakvere
9. Ida-Virumaa – keskusega Kohtla-Järve
10. Saaremaa – keskusega Kuressaare
11. Hiiumaa – keskusega Kärdla

Kaks suurt toomist – Estonian Cell AS Kundas ja Horizon Tselluloosi ja Paberi AS Kehras moodustavad enamuse osa asustusüksuses toodetavast settest. Samas on neis tekkiv sete omane vaid sellele tööstusele ning tuleb käsitleda eraldi.

Suuremate linnade ümber tõmmatud 50 km raadiusega alad ei kirjelda reaalselt olukorda täielikult, sest Eesti oludes on oluline teedevõrgustik, mis teatud piirkondades seab olulisi piiranduid lühima teekonna leidmiseks. Samuti on nendest raadiustest välja jäänud Valga linn ning mõningad Raplamaa väikepuhastid.

Lõuna-Eestis, kus mitu linna on üksteisele suhteliselt lähedal, tekitab küsitavus tsentraalse jaama rajamises.

Tabel 71 Lõuna-Eesti linnade vahekaugused

Linn	Setet, t/a	Tartu	Võru	Valga	Põlva	Otepää	Elva	Sõitude arv 20 m ³ paakauto puhul
Tartu	77712,00	0	71	86	49	43	37	3885,60
Võru	22631,72	71	0	73	25	42	64	1131,59
Valga	15990,00	86	73	0	96	49	60	799,50
Põlva	10129,88	49	25	96	0	41	61	506,49
Otepää	2500,31	43	42	49	41	0	22	125,02
Elva	1260,78	37	64	60	61	22	0	63,04
KOKKU	130224,70	286	275	364	272	197	244	

Ainult linnadevahelisi kaugusi arvestades sobiks keskse käitise asukohaks Otepää. Arvesse tuleb võtta ka tekkivaid sette koguseid, mis on määravaks lõpliku kilometraazi kujunemisel.

Tabel 32 Stsenaarium 1: Kõik Lõuna-Eesti linnade sete veetakse Tartusse

Linn	Tartu	Võru	Valga	Põlva	Otepää	Elva
Tartu	0	275878	334162	190394	167081	143767
Võru	80343	0	82606	28290	47527	72422
Valga	68757	58364	0	76752	39176	47970
Põlva	24818	12662	48623	0	20766	30896
Otepää	5376	5251	6126	5126	0	2750
Elva	2332	4034	3782	3845	1387	0
	181626	356189	475299	304407	275936	297805

Tabel 33 Stsenaarium 2: Tartu on eraldiseisev üksus, käitluskeskus luuakse mujale

	Võru	Valga	Põlva	Otepää	Elva
Võru	0	82605,78	28289,65	47526,61	72421,5
Valga	58363,5	0	76752	39175,5	47970
Põlva	12662,35	48623,42	0	20766,25	30896,13
Otepää	5250,641	6125,747	5125,625	0	2750,336
Elva	4034,496	3782,34	3845,379	1386,858	0
KOKKU:	80310,99	141137,3	114012,7	108855,2	154038

Tabel 33 näitab, et Lõuna-Eesti keskuseks võiks kujuneda Võru, mille puhul on läbitavate kilomeetrite arv väikseim.

SAAREMAA

Saaremaal asub kaks käitist, milles on võimalik töödelda reoveset. Valjala Seakasvatuse OÜ Jööri seakasvatuses on võimalik peale läga töödelda ka reosveset. Samas on Kuressaare Veevärk arendamas oma käitist, mis on võimeline töötleva ka igasuguseid majapidemises tekkivaid biojätmeid. Kuressaare reoveepuhasti toodab muda umbes 15 tonni ööpäevas. Aastas seega 5400 t muda aastas. Kuna Saaremaal kuuluvad kõik väikepuhastid Kuressaareveevärk AS-le, siis nad töötlevad ainult oma jaamade muda. Tonnist mudast on võimalik saada ca 22 m³ biogaasi, mille metaanisisaldus on ca 50-60 %.

Stsenaarium 1 – Kõik sete veetakse Kuressaare asuvasse Kuressaare Veevärk AS-i

Stsenaarium 2 – Saaremaa on jaotatud kaheks tsooniks: TS1 – tsoonist veetakse Kuressaare Veevärk AS-i, TS2 – tsoonist veetakse Valjala Seakasvatuse OÜ Jööri seakasvatusse

Stsenaarium 3 – Kõik sete veetakse Valjala Seakasvatuse OÜ Jööri seakasvatusse

Tabel 34 Stsenaarium 1

Veevärgi kood	Veevärgi nimi	Sette kogus, T/a	Objektide vahemaad Kuressaare veevärgini	Sõitude arv sette vedamiseks paakautoga 20m ³	Sõidukilomeetreid
SA0201	Kuressaare Veevärk AS	25965	0	1298,25	0
SA0304	Arco Ehitus OÜ, Saaremaa	218,94	13	10,947	142,311
SA0313	Arco Ehitus OÜ, Saaremaa	73,905	16	3,69525	59,124
SA0701	Leisi Valla Kommunaalamet	81	37	4,05	149,85
SA0401	Kihelkonna Vallavalitsus	548,37	34	27,4185	932,229
SA0910	Saarte Liinid AS Kuivastu	47,445	76	2,37225	180,291
SA1201	Pihntla Vallavalitsus	532,5	20	26,625	532,5
SA0506	Est-Agar AS	387,15	21	19,3575	406,5075
SA0506	Est-Agar AS	258,09	21	12,9045	270,9945
SA0501	Kärla vallavalitsus	93	21	4,65	97,65
SA0701	Leisi Valla Kommunaalamet	103,5	42	5,175	217,35
SA0901	Muhu Vallavalitsus	93	66	4,65	306,9
SA1401	Salme SVK OÜ	729,45	21	36,4725	765,9225
SA0800	Lümanda Vallavalitsus	85,95	32	4,2975	137,52
SA0314	Merinvest OÜ	112,05	10	5,6025	56,025
SA1000	Mustjala Vallavalitsus	66,57	32	3,3285	106,512
SA1101	Kuressaare Veevärk AS	389,475	54	19,47375	1051,583
SA0701	Leisi Valla Kommunaalamet	99	40	4,95	198
SA1201	Pihntla Vallavalitsus	59,4	23	2,97	68,31
SA1202	Vettel OÜ	825	18	41,25	742,5
SA0504	Hoolekandeteenused AS Sõmera Hooldekodu	904,5	21	45,225	949,725
SA1600	Valjala Vallavalitsus	124,515	27	6,22575	336,1905
	KOKKU	31797,81	645	1589,891	7707,995

Kogu sette vedamiseks kogu Saaremaalt Kuressaarde kulub ca 15080 km, tagasisõitudega 30160 km.

Tabel 35 Stsenaarium 2

Veevärgi kood	Veevärgi nimi	Sette kogus, T/a	TS1	TS2	Sõitude arv sette vedamiseks paakautoga 20m ³	Sõidu-kilo-meetreid TS1	Sõidu-kilo-meetreid TS2
SA0201	Kuressaare Veevärk AS	25965	0		1298,25	0	0
SA0304	Arco Ehitus OÜ, Saaremaa	218,94	13		10,947	142,311	0
SA0313	Arco Ehitus OÜ, Saaremaa	73,905	16		3,69525	59,124	0
SA0701	Leisi Valla Kommunaalamet	81		10	4,05	0	40,5
SA0401	Kihelkonna Vallavalitsus	548,37	34		27,4185	932,229	0
SA0910	Saarte Liinid AS Kuivastu	47,445		52	2,37225	0	123,357
SA1201	Pihla Vallavalitsus	532,5		17	26,625	0	452,625
SA0506	Est-Agar AS	387,15	20		19,3575	387,15	0
SA0506	Est-Agar AS	258,09	20		12,9045	258,09	0
SA0501	Kärla vallavalitsus	93	20		4,65	93	0
SA0701	Leisi Valla Kommunaalamet	103,5		16	5,175	0	82,8
SA0901	Muhu Vallavalitsus	93		42	4,65	0	195,3
SA1401	Salme SVK OÜ	729,45	21		36,4725	765,9225	0
SA0800	Lümanda Vallavalitsus	85,95	31		4,2975	133,2225	0
SA0314	Merinvest OÜ	112,05	10		5,6025	56,025	0
SA1000	Mustjala Vallavalitsus	66,57	32		3,3285	106,512	0
SA1101	Kuressaare Veevärk AS	389,475		30	19,47375	0	584,2125
SA0701	Leisi Valla Kommunaalamet	99		10	4,95	0	49,5
SA1201	Pihla Vallavalitsus	59,4	23		2,97	68,31	0
SA1202	Vettel OÜ	825	18		41,25	742,5	0
SA0504	Hoolekandeteenused AS Sõmera Hooldekodu	904,5	21		45,225	949,725	0
SA1600	Valjala Vallavalitsus	124,515		7	6,22575	0	43,58025
	KOKKU	31797,81	133	184	1589,8905	4694,121	1571,875

Sette vedamisel tsoonide keskustesse klub kokku ca 6265 km, tagasisõitudega 12530 km.

Joonis 12 Tsoon 1 sõiduteed



Joonis 13 Tsoon 2 sõiduteed



Tabel 36 Stsenaarium 3

Veevärgi kood	Veevärgi nimi	Sette kogus, T/a	Objektide vahemaad Jööri seakasvatusse	Sõitude arv sette vedamiseks paakautoga 20m ³	Sõidukilomeetreid
SA0201	Kuressaare Veevärk AS	25965	29	1298,25	37649,25
SA0304	Arco Ehitus OÜ, Saaremaa	218,94	36	10,947	394,092
SA0313	Arco Ehitus OÜ, Saaremaa	73,905	32	3,69525	118,248
SA0701	Leisi Valla Kommunaalamet	81	18	4,05	72,9
SA0401	Kihelkonna Vallavalitsus	548,37	59	27,4185	1617,692
SA0910	Saarte Liinid AS Kuivastu	47,445	47	2,37225	111,4958
SA1201	Pihla Vallavalitsus	532,5	10	26,625	266,25
SA0506	Est-Agar AS	387,15	46	19,3575	890,445
SA0506	Est-Agar AS	258,09	46	12,9045	593,607
SA0501	Kärla vallavalitsus	93	46	4,65	213,9
SA0701	Leisi Valla Kommunaalamet	103,5	21	5,175	108,675
SA0901	Muhu Vallavalitsus	93	37	4,65	172,05
SA1401	Salme SVK OÜ	729,45	49	36,4725	1787,153
SA0800	Lümanda Vallavalitsus	85,95	57	4,2975	244,9575
SA0314	Merinvest OÜ	112,05	35	5,6025	196,0875
SA1000	Mustjala Vallavalitsus	66,57	58	3,3285	193,053
SA1101	Kuressaare Veevärk AS	389,475	25	19,47375	486,8438
SA0701	Leisi Valla Kommunaalamet	99	11	4,95	54,45
SA1201	Pihla Vallavalitsus	59,4	25	2,97	74,25
SA1202	Vettel OÜ	825	34	41,25	1402,5
SA0504	Hoolekandeteenused AS Sõmera Hooldekodu	904,5	44	45,225	1989,9
SA1600	Valjala Vallavalitsus	124,515	3	6,22575	18,67725
			768	1589,891	48656,48

Sette vedamisel Jööri seakasvatusse kulub kokku ca 48656 km, tagasisõitudega kokku 97312 km

Tabel 37 Stsenaariumite kokkuvõte:

	Stsenaarium 1	Stsenaarium 2	Stsenaarium 3
Kokku km	15080	12530	97312
Kütusekulu (15 l/100km)	2262	1879	14597
Kulu, kr/a (17 kr/l kütuse korral)	38454	31943	248149

Kokkuvõte:

Saaremaa puhul osutub logistiliselt odavamaks variantiks saare tsoonideks jaotamine vastavalt stsenaariumile 2. Analüüs näitab, et Kuressaare Veevärk AS sette vedamine mujale on majanduslikult oluliselt kulukam (ca 7 korda kallim).

HIUMAA

Hiiumaal puuduvad reovesette või põllumajanduses tekkiva läga töötlemise võimalused. Lähtuvalt sellest, et saare suurim sette tekitaja on Kärkla linnas asuv veepuhasti, on otstarbekas vaadelda stsenaariumi kus kõik sette viiakse Kärdlasse. Olukorda, kus saare keskele tekitatakse sette töötlemiseks käitis, ei ole otstarbekas vaadelda, kuna saare teedevõrgustik seda ei soosi – saare keskel puuduvad asfalteed.

Tabel 38 Hiiumaa veepuhastusjaamade kaugused Kärkla linnast.

Kood	Veevärgi nimetus	Setet, t/a	Kaugus võimalikust käitisest	Sõitude arv sette vedamiseks paakautoga 20m ³	Sõidukilomeeterid
HI1140	Kärkla Veevärk AS	2580	0	129	0
HI1303	FIE Jaanus Berkmann	235,665	0	11,78325	0
HI1328	EMKO MA	15,9	40	0,795	31,8
HI1328	EMKO MA	13,2	29	0,66	19,14
HI0961	Hiiumaa Agro OÜ	21	21	1,05	22,05
HI0960	Kõrgessaare Vallavalitsus	231	18	11,55	207,9
HI1140	Kärkla Veevärk AS	900	21	45	945
HI0960	Kõrgessaare Vallavalitsus	66,75	20	3,3375	66,75
HI0116	Dagöplast AS	61,92	11	3,096	34,056
HI1140	Kärkla Veevärk AS	79,5	31	3,975	123,225
HI1140	Kärkla Veevärk AS	144,75	20	7,2375	144,75
HI1328	EMKO MA	63,885	40	3,19425	127,77
	KOKKU:	4413,57	251	220,6785	1722,441

Sette vedamisel Kärdlasse kulub kokku ca 1722 km, tagasisõitudega 3444 km. Kütuse kulu 15 l/100 km kohta oleks 516 l, kogumaksumusega 8782 krooni.

PÄRNUMAA

Hetkel puuduvad teadaolevalt Pärnumaal biogaasi tootmiseks arendused ja plaanid

Tabel 39 Pärnumaa veepuhastusjaamade kaugused Pärnu linnast.

VK-Kood	Veevärgi nimetus	Setet, t/a	Kaugus võimalikust käitisest	Sõitute arv sette vedamiseks paakautoga 20m ³	sõidukilomeetreid
PL0672	Pärnu Vesi AS	73350	0	3667,5	0
PM2210	Are Vesi OÜ	195	19	9,75	185,25
PM2343	Audru vallavalitsus	85,5	26	4,275	111,15
PM2343	Audru vallavalitsus	220,5	14	11,025	154,35
PM2343	Audru vallavalitsus	117	14	5,85	81,9
PM2222	Halinga OÜ	84	33	4,2	138,6
PM2031	Häädemeeste VK AS	1026,9	40	51,345	2053,8
PM2253	Raivo Remont OÜ	213	35	10,65	372,75
PM2343	Audru vallavalitsus	93	22	4,65	102,3
PM1347	Valge Hotell AS	66	49	3,3	161,7
PM2031	Häädemeeste VK AS	65,25	49	3,2625	159,8625
PM2006	Saarde Kommunaal OÜ	666	41	33,3	1365,3
PM2110	Koonga Vallavalitsus	79,005	42	3,95025	165,9105
PM2343	Audru vallavalitsus	55,5	28	2,775	77,7
PM2220	Agroland Syd OÜ	66	37	3,3	122,1
PM2161	Lavassaare Kommunaal OÜ	394,68	26	19,734	513,084
PM2292	Jõulumäe Tervisekeskus	71,535	23	3,57675	82,26525
PM2229	Mako AS	239,7	35	11,985	419,475
PM2110	Koonga Vallavalitsus	45,18	40	2,259	90,36
PM2037	Tori Vallavalitsus	48,345	34	2,41725	82,1865
PM2229	Mako AS	489,75	29	24,4875	710,1375
PM2006	Saarde Kommunaal OÜ	13,95	42	0,6975	29,295
PM2254	Tori-Selja Piimaühistu	544,65	27	27,2325	735,2775
PM2043	Paikuse Vallavalitsus	86,265	10	4,31325	43,1325
PM2210	Are Vesi OÜ	129,45	27	6,4725	174,7575
PM2001	Vekso OÜ	117	23	5,85	134,55
PM2039	Taali Kodu KÜ	60	21	3	63
PM2006	Saarde Kommunaal OÜ	68,85	50	3,4425	172,125
PM2006	Saarde Kommunaal OÜ	261,45	44	13,0725	575,19
PM2241	Tootsi Kommunaal OÜ	1002	36	50,1	1803,6
PM2240	Tootsi Turvas AS	828,975	36	41,44875	1492,155
PM2253	Raivo Remont OÜ	195	28	9,75	273
PM2031	Häädemeeste VK AS	54	56	2,7	151,2
PM2101	SuFe OÜ	72	49	3,6	176,4
PM2006	Saarde Kommunaal OÜ	17,1	51	0,855	43,605
PM2101	SuFe OÜ	840	43	42	1806
PM2020	Vesoka OÜ	114,615	14	5,73075	80,2305
PM2229	Mako AS	170,1	37	8,505	314,685
PM2103	Varbla Energia OÜ	57	62	2,85	176,7
PM2006	Saarde Kommunaal OÜ	8,25	59	0,4125	24,3375
PM2020	Vesoka OÜ	46,2	24	2,31	55,44
	KOKKU	82358,7	1375	4117,935	15474,86

HARJUMAA

Tabel 40 Harjumaa veepuhastusjaamad

Veevärgi kood	Veevärgi nimi	Setet (1,5%), t/a
HA0685	Keila Vesi AS	5703,92
HA1374	Loksa Linnavalitsus	2226,53
HA1106	Maardu Vesi AS	888,00
HA1112	Vopak E.O.S.	645,00
HA1109	Technomar & Adrem AS	246,00
HA1351	Kroodi Terminaal AS	123,47
HA0378	Paldiski Linnahooduse OÜ	10920,60
TL0687	Tallinna Vesi AS, Tallinn	770068,47
TL0233	BLRT Grupp AS	589,20
TL0078	Paekivitoodete Tehase OÜ	149,58
HA0975	Neste Eesti AS	141,95
HA0066	Velko AV OÜ	126,00
RA0034	Tepek Kinnisvara OÜ	354,30
HA0096	Raven OÜ	415,50
RA0660	Kohila Maja OÜ	57,00
HA0749	Haiko Teenused OÜ	109,17
HA0745	Padise Soojus OÜ	117,00
RA0004	SOVAL Teenus OÜ	140,66
RA0004	SOVAL Teenus OÜ	80,21
HA0538	Elveso AS	105,45
HA0536	Elveso AS	3780,45
RA0017	Tarmo & Ebbe OÜ	336,00
HA0059	Lahevesi AS	145,50
HA0065	Horizon Tselluloosi ja Paberi AS	118312,38
HA0066	Velko AV OÜ	45,00
HA0059	Lahevesi AS	156,00
HA0748	Kiili KVH OÜ	735,96
HA0059	Lahevesi AS	332,85
RA0658	Rapla Vesi AS	108,54
HA1007	Hoolekandeteenused AS Kernu Hooldekodu	100,35
RA0660	Kohila Maja OÜ	1372,50
HA0281	Kuusalu Soojus OÜ	345,00
HA0253	Kose Vesi OÜ	795,00
HA0376	Põhja-Eesti Regionaalhaigla SA Kose korpus	97,65
HA0253	Kose Vesi OÜ	352,50
HA0265	Loo Vesi OÜ	346,95
HA1009	Saku Maja AS	116,90
HA0281	Kuusalu Soojus OÜ	3255,00
HA0536	Elveso AS	205,88
HA0707	Rudus Eesti AS Lagedi	104,70
HA0749	Haiko Teenused OÜ	39,51
HA1014	Fablio AS	345,36
HA0059	Lahevesi AS	150,72
HA0066	Velko AV OÜ	45,00
HA0748	Kiili KVH OÜ	167,66
HA0335	International Baltic Golf Marina AS	123,50
HA0996	Meremüsa MTÜ	163,50
HA0404	Strantum OÜ Meriküla	341,09
HA0995	Strantum OÜ Muraste	183,84
HA0250	Sisekaitseakadeemia piirivalvekolled	76,05

HA0748	Kiili KVH OÜ	51,65
HA0632	Loo Vesi OÜ	56,55
HA0253	Kose Vesi OÜ	159,00
HA0810	Riitsinus OÜ	245,69
HA0745	Padise Soojus OÜ	111,00
HA0096	Raven OÜ	61,50
HA0096	Raven OÜ	45,00
RA0660	Kohila Maja OÜ	147,00
HA0096	Raven OÜ	148,50
HA0096	Raven OÜ	130,50
RA0007	Raikküla Vallavalitsus	173,10
RA0658	Rapla Vesi AS	8578,15
HA0253	Kose Vesi OÜ	249,00
HA0754	Nissi Soojus AS	108,00
HA0770	Vasalemma Vesi OÜ	3485,32
HA0129	Saku Illetehas AS	819,14
RA0127	Salutaguse Pärmitehas AS	2310,00
HA1362	SRV Arendus OÜ	129,62
RA1256	Seli Tervisekeskus	119,06
HA0222	Strantum OÜ, Kasevälja	119,75
HA0225	Bonnard Kinnisvara OÜ	47,10
HA0633	Kurtna Tehnohoole OÜ	46,50
HA0006	Avoterm OÜ	461,91
HA0997	Strantum OÜ Tabasalu	84,81
HA0756	Elveso AS	452,51
HA0506	Hoolekandeteenused AS Valkla Hooldekodu	178,50
RA0658	Rapla Vesi AS	78,51
RA0268	Märjamaa Vesi OÜ	72,00
HA0253	Kose Vesi OÜ	73,50
HA0769	Vasalemma Vallavalitsus	49,79
HA0636	Strantum OÜ Vääna	159,32
HA0769	Vasalemma Vallavalitsus	269,10
HA0832	Kovek AS	516,78

IDA-VIRUMAA

Tabel 41 Ida-Virumaa veepuhastusjaamad

Veevärgi kood	Veevärgi nimi	Setet (1,5%), t/a
IV0003	Kohtla-Järve Soojus AS	3157,57
IV0044	Järve Biopuhastus OÜ	2211,60
IV0044	Järve Biopuhastus OÜ	111239,96
IV0015	TNC-Components OÜ	200,69
IV0677	Narva Vesi AS	133714,16
IV0677	Narva Vesi AS	39737,31
IV0008	Narva Elektriijaamad AS, Balti Elektriijaam	1432,89
IV1037	Maseko AS Narva	190,25
IV0408	Oru Kodu OÜ	720,60
IV1214	Sillamäe Veevärk AS	21185,74
IV0810	Häcke OÜ	130,50
IV0967	Aseri Kommunaal OÜ	1418,09
IV0002	Narva Elektriijaamad AS, Eesti Elektriijaam	3045,00
IV1152	Emajõe Veevärk OÜ	419,45
IV1147	Jõhvi Veemajandus OÜ	50,88
IV1153	Iisaku Elamumajandus OÜ	153,00
IV0001	Viru Üksik-Jalaväepataljon	138,00
IV0685	Kalvi Mõis AS	90,00
IV0628	Mäetaguse Kommunaal OÜ	80,48
IV0074	Uikala Prügila AS	189,38
IV0794	Illuka Vallavalitsus	90,00
IV1370	Estvan OÜ	45,59
IV1179	Lohusuu Vallavalitsus	43,20
IV0083	Kiviõli Vesi OÜ	110,15
IV0628	Mäetaguse Kommunaal OÜ	299,40
IV0974	KA Vaiko AS	317,10
IV0976	Maidla Vallavalitsus	159,69
IV0974	KA Vaiko AS	163,67
IV0099	Järve Biopuhastus OÜ	135,00
IV0258	Toila V.V. AS	1096,88
IV0964	Tudulinna Kommunaal OÜ	90,59
LV0023	Viru-Nigula Vallavalitsus	487,50
IV0258	Toila V.V. AS	1336,50
	KOKKU:	323880,78

KESK - EESTI

Tabel 42 Kesk-Eesti veepuhastusjaamad

JA0071	Paide Reoveepuhasti OÜ	18106,50
JA0656	Paide Vesi AS	63,47
JO0664	Melior OÜ	6072,00
JO1282	Põltsamaa Vallavara OÜ	366,00
JA0023	Teenus, Albu valla asutus	133,68
JA0023	Teenus, Albu valla asutus	103,98
JA0656	Paide Vesi AS	33,00
JA0035	Avoterm Aqua OÜ	490,26
HA0826	Ardu Teko OÜ	255,00
JA0015	Koeru Kommunaal AS	57,00
JO1282	Põltsamaa Vallavara OÜ	397,20
HA0826	Ardu Teko OÜ	100,50
JA0732	Imavere Soojus OÜ	312,00
JA0201	Piimandus- ja E-Piim Järv ja Jaani Meierei	1947,90
JA0023	Teenus, Albu valla asutus	37,73
JA0259	Türi Vesi OÜ	87,00
JA0725	Kabala Agro OÜ	72,90
RA0003	Kaiu Revival OÜ	215,43
JO1282	Põltsamaa Vallavara OÜ	56,67
RA0026	Kehtna Elamu OÜ	767,25
JA0015	Koeru Kommunaal AS	748,50
JA0656	Paide Vesi AS	234,20
RA0003	Kaiu Revival OÜ	88,50
JO1363	Viraito OÜ	199,26
RA0024	Käru Vallavalitsus	93,30
JA1340	Risti Agro AS	51,45
JA0056	Laupa Kaseke K	58,50
RA0026	Kehtna Elamu OÜ	61,65
JO1282	Põltsamaa Vallavara OÜ	135,30
JA0730	Väätsa Agro AS	60,00
JA0521	Mäo Invest AS	109,50
JA0259	Türi Vesi OÜ	210,00
HA1006	Kose Vallavalitsus	78,00
JA0656	Paide Vesi AS	130,50
JO1350	Eltor OÜ	99,59
RA0007	Raikküla Vallavalitsus	53,85
JA0656	Paide Vesi AS	61,50
JA0044	Väätsa Soojus OÜ	45,30
JA0731	Estonia OÜ	75,00
JA0656	Paide Vesi AS	183,17
JA0068	Väätsa Prüila AS	82,50
JA0656	Paide Vesi AS	84,00
JA0457	Järva Teed AS	46,46
JA1232	Mäo PÜ	120,00
JA0259	Türi Vesi OÜ	3000,00
JA0015	Koeru Kommunaal AS	46,50
JA0656	Paide Vesi AS	58,86
JO1389	Hoolekandeteenused AS Võisiku Hooldekodu	408,60
JO0637	Põltsamaa Ametikool	373,50
JA0044	Väätsa Soojus OÜ	367,50
	KOKKU:	37040,43

LÄÄNE-VIRUMAA

Tabel 44. Lääne-Virumaa veepuhastusjaamad

HA1013	Hotell Stroomi AS	67,46
LV0135	Estonian Cell AS	794000,00
LV0050	Kunda Vesi AS	2398,50
LV0011	Kunda Linnavalitsus	240,00
LV0065	Haljala Soojus AS	50,43
LV0071	Aeroc OÜ	237,63
LV0017	Rakvere Piim AS	225,90
LV0032	Rakvere Vallavalitsus	59,75
LV0065	Haljala Soojus AS	77,52
LV0065	Haljala Soojus AS	1321,92
LV0053	Karuvõja OÜ	189,00
LV0018	Kadrina Soojus AS	159,00
LV0018	Kadrina Soojus AS	57,00
LV0020	Hoolekandeteenused AS Imastu Koolkodu	100,50
LV0029	Tapa Vesi AS	207,00
LV0018	Kadrina Soojus AS	1128,00
LV0018	Kadrina Soojus AS	49,65
LV0061	Kunda Vesi AS	61,50
LV0075	Aaspere Agro OÜ	21,60
JA0729	Aravete Agro OÜ	66,00
LV0076	Laekvere Vallavalitsus	283,50
LV0032	Rakvere Vallavalitsus	46,77
LV0029	Tapa Vesi AS	84,30
LV0076	Laekvere Vallavalitsus	106,80
LV0043	Tamsalu Vesi AS	55,94
LV0002	Rakke Valla Kommunaalasutus	663,74
LV0002	Rakke Valla Kommunaalasutus	360,00
LV0056	Roela Soojus OÜ	129,03
JA0729	Aravete Agro OÜ	66,00
LV0052	RMK Sagadi metsakeskus	45,00
LV0002	Rakke Valla Kommunaalasutus	87,54
LV0073	Pandivere Vesi OÜ	70,86
LV0028	Rakvere Vesi AS	781,80
LV0006	Tamsalu Vesi AS	2155,50
LV0029	Tapa Vesi AS	6394,50
LV0069	OG Elektra Tootmine AS	448,50
LV0073	Pandivere Vesi OÜ	86,37
LV0028	Rakvere Vesi AS	49755,00
LV0061	Kunda Vesi AS	117,00
LV0057	Mõniku Farm OÜ	81,00
LV0061	Kunda Vesi AS	160,50
LV0039	Rõõvere Vallavalitsus	173,61
LV0061	Kunda Vesi AS	85,50
LV0043	Tamsalu Vesi AS	171,38
LV0074	Vao Soojatarijate ühistu	157,50
LV0032	Rakvere Vallavalitsus	99,30
LV0064	Vihula Munitsipaal	79,50
LV0064	Vihula Munitsipaal	60,00
LV0018	Kadrina Soojus AS	55,05

LV0021	Askoterm OÜ	819,48
LV0021	Askoterm OÜ	69,23
LV0018	Kadrina Soojus AS	55,65
LV0064	Vihula Munitsipaal	292,50
LV0073	Pandivere Vesi OÜ	1216,58
		866033,26

LÄÄNEMAA

Tabel 8 Läänemaa veepuhastusjamad

LA0670	Haapsalu Veevärk AS	7189,45
LA0943	Ridala Vallavalitsus	69,93
RA0268	Märjamaa Vesi OÜ	75,00
LA0080	Lihula Vesi OÜ	54,78
LA0019	Maag Lihatööstus AS	491,42
LA0507	Hoolekandeteenused AS Koluvere Hooldekodu	296,91
LA0057	Kullamaa Vallavalitsus	117,08
LA0080	Lihula Vesi OÜ	468,05
LA0721	Linnamäe Kodu OÜ	142,50
LA0944	Martna Vallavalitsus	92,40
RA0067	Hoolekandeteenused AS Möisamaa hooldekodu	107,70
RA0268	Märjamaa Vesi OÜ	1668,00
LA0250	Taebla Kodu AS	255,00
LA0537	Kestvuspuit AS	131,03
LA0943	Ridala Vallavalitsus	111,60
LA0996	Noarootsi Soojus OÜ	260,16
LA1059	Risti Vallavalitsus	107,57
LA0944	Martna Vallavalitsus	50,85
LA0996	Noarootsi Soojus OÜ	45,99
LA0250	Taebla Kodu AS	675,00
LA0250	Taebla Kodu AS	60,00
RA0007	Raikküla Vallavalitsus	199,50
LA0080	Lihula Vesi OÜ	62,79
LA0009	Linpet AS	52,07
RA0387	Vana-Vigala TTK	237,00
RA0014	Vigala Vallavalitsus	51,00
LA0003	Nõva Kilk OÜ	19207,00
LA0370	Palivere Laste- ja Noortekodu	95,64
LA0563	Maseko AS Virtsu	64,19
	KOKKU:	32439,58

TARTUMAA

Tabel 9 Tartumaa veepuhastusjaamad

TM0001	Aqua and Waste Services OÜ	1260,78
JO0663	Jõgeva Vesi OÜ	11012,48
JO0665	Mustvee Teenus	484,95
TA0006	Tartu Veevärk AS	77712,00
VA0956	Puka Vallavalitsus	110,25
TM0300	Emajõe Veevärk OÜ	94,40
PO0102	Wõro Kommerts AS	562,50

PO0121	Põlva Vesi AS	157,50
TM0200	Emajõe Veevärk OÜ	328,80
JO1356	Kaubi Farmid OÜ	146,84
TM0001	Emajõe Veevärk OÜ	75,60
TM1500	Emajõe Veevärk OÜ	110,12
TM1605	Plaines OÜ	114,00
VA0950	Palu Teenus OÜ	111,00
TM0300	Emajõe Veevärk OÜ	69,75
PO0113	Mooste Olme OÜ	51,00
JO1358	Kalatalu H□janurmes	19,35
TM0803	Järvelja Öppe- ja Katsemetskond SA	55,05
TM0900	Mäksa Vallavalitsus	342,51
JO1307	Kaarepere Soojus OÜ	127,35
TM1301	Põltsamaa Meierei Juustutööstus OÜ	809,64
TM0400	Cambi OÜ	519,00
TM0702	Giga AS	111,00
TM1502	Lihameister AS	92,70
VA0956	Puka Vallavalitsus	54,00
TM1700	Emajõe VeevärkOÜ	169,56
TM1300	Emajõe VeevärkOÜ	53,09
JO0605	Kuremaa ENVEKO AS	239,40
JO0605	Kuremaa ENVEKO AS	70,31
TM1818	Waide OÜ	47,45
TM1500	Emajõe VeevärkOÜ	104,61
TM0600	Laeva Vesi VA	178,95
JO0605	Kuremaa ENVEKO AS	190,97
TM0703	Anne Soojus AS	744,32
TM1000	Nõo VeevärkOÜ	48,00
JO1281	Luu Metsanduskool	192,45
TM0700	Emajõe VeevärkOÜ	352,13
TM1500	Emajõe VeevärkOÜ	180,02
JO0924	Veemajanduse OÜ	63,98
TM1508	SF Pandivere OÜ	105,00
TM1704	FIE Ülo Pullisaar	142,11
TM0800	Latikas OÜ	46,89
TM0900	Mäksa Vallavalitsus	269,52
PO0113	Mooste Olme OÜ	162,00
TM0705	Keskkond & Partnerid OÜ	69,39
TM1000	Nõo VeevärkOÜ	2519,18
VA0950	Palu Teenus OÜ	55,50
JO0139	Werol Tehased AS	735,11
JO1343	Pala Vallavalitsus	204,00
JO1307	Kaarepere Soojus OÜ	245,25
JO0923	Puurmani P□	72,15
TM1202	Sangla Turvas AS	3186,38
TM1202	Sangla Turvas AS	478,83
VA0956	Puka Vallavalitsus	165,00
VA0956	Puka Vallavalitsus	109,50
JO0030	Veemajanduse OÜ	179,27
TM1841	Tähtvere Vallavalitsus	168,00
TM1300	Emajõe VeevärkOÜ	181,46
TM1900	Olme OÜ	431,40
TM0300	Emajõe VeevärkOÜ	199,13
TM1400	Emajõe VeevärkOÜ	230,75
TM1200	Emajõe VeevärkOÜ	123,29
JO1316	Saare Vallavara	102,00
JO1352	Sadala Küte OÜ	77,69

JO0030	Veemajanduse OÜ	65,57
JO0605	Kuremaa ENVEKO AS	310,62
JO0924	Veemajanduse OÜ	372,23
TM1500	Emajõe VeevärkOÜ	51,57
TM1006	Tamsa-Agro OÜ	19,31
TM1812	ATK Linavästrik OÜ	72,00
JO1303	Torma Soojus OÜ	170,25
JO1303	Torma Soojus OÜ	79,85
TM1000	Nõo VeevärkOÜ	108,71
JO0805	Sadala Agro OÜ	186,00
TM1400	Emajõe VeevärkOÜ	160,50
JO0605	Kuremaa ENVEKO AS	57,56
TM0607	Valio Eesti AS	1792,50
TM0413	Reola Gaas AS	72,59
TM1700	Emajõe VeevärkOÜ	173,78
TM1500	Emajõe VeevärkOÜ	68,63
TM1500	Emajõe VeevärkOÜ	173,07
JO1316	Saare Vallavara	570,00
TM1841	Tähtvere Vallavalitsus	168,00
TM1800	Toruorel MÜ	465,00
TM1500	Emajõe VeevärkOÜ	235,71
		112799,93

VILJANDIMAA

Tabel 10 Viljandimaa veepuhastusjaamad

VI1089	Mõisaküla Linnahoodus	120,00
VI1089	Mõisaküla Linnahoodus	84,80
VA0531	Tõrva Linnahooduse Asutus	198,00
VA0531	Tõrva Linnahooduse Asutus	190,50
VI0650	Viljandi Veevärk AS	31714,22
VI0057	Võhma Elko AS	584,52
VI0653	Abja Elamu OÜ	592,50
VA0272	Helme Teenus OÜ	154,50
VI0653	Abja Elamu OÜ	75,45
VI0058	Ramsi VK OÜ	69,75
VA0386	Valgamaa Kutseõppekeskus	114,00
VI0653	Abja Elamu OÜ	136,50
VI0653	Abja Elamu OÜ	90,75
JA0022	Türi Kommunaalasutus	108,00
VI0653	Abja Elamu OÜ	108,00
VI0275	Iivakivi AS	159,17
VI0275	Iivakivi AS	684,90
VI0503	Hoolekandeteenused AS Karula Kodu	91,80
VI0055	MA Sovel	127,50
VI0938	Suure-Jaani Sume OÜ	69,26
VI0008	Kõo Vallavalitsus	84,00
VI0069	Kõo Agro OÜ	69,75
VI0006	Kõpu Majandus OÜ	130,29
VI0116	Veemajanduse OÜ	72,15
VI0055	MA Sovel	52,25
VA0272	Helme Teenus OÜ	205,50
VI0992	SA Lõhavere Ravi- ja Hooldekeskus	73,05
VI0116	Veemajanduse OÜ	275,85

VI0591	Ekseko AS	246,00
VI0651	Suure-Jaani Haldus AS	268,50
VA0655	Otepää Veevärk AS	99,92
VI0653	Abja Elamu OÜ	177,75
VA0272	Helme Teenus OÜ	54,00
VI0275	Iivakivi AS	84,87
VI0372	Riigi Kinnisvara AS Puiatu	86,10
VI0938	Suure-Jaani Sume OÜ	115,34
VI0058	Ramsi VK OÜ	166,50
VI0058	Ramsi VK OÜ	358,80
VI0938	Suure-Jaani Sume OÜ	53,55
VI1211	Saarepeedi Vallavalitsus	304,50
VI0116	Veemajanduse OÜ	134,85
VI0116	Veemajanduse OÜ	76,65
VI0651	Suure-Jaani Haldus AS	82,50
VI0938	Suure-Jaani Sume OÜ	193,50
VI0650	Viljandi Veevärk AS	94,11
VI0650	Viljandi Veevärk AS	249,51
VI0651	Suure-Jaani Haldus AS	121,50
VI0379	Tarvastu Erihooldekodu SA	80,85
VI0653	Abja Elamu OÜ	64,50
VI0651	Suure-Jaani Haldus AS	69,00
	KOKKU:	39619,73

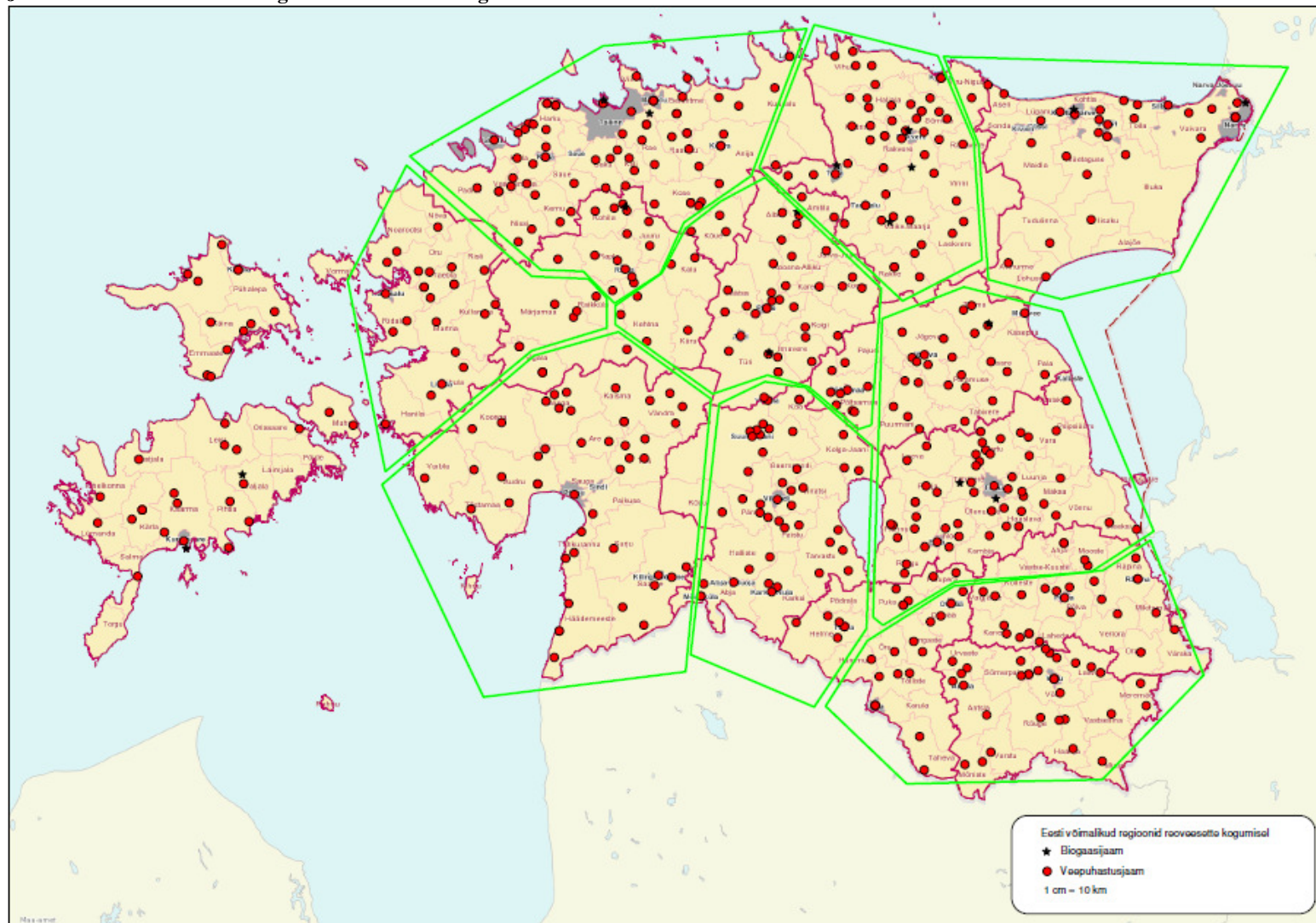
LÕUNA - EESTI

Tabel 11 Lõuna-Eesti veepuhastusjaamad

PO0121	Põlva Vesi AS	10129,88
VA0654	Valga Vesi AS	15990,00
VA0470	Valga Auto AS	87,78
VA0111	Jaanikese kool	54,00
VO0654	Võru Vesi AS	22631,72
VO0205	Võru Juust AS	3507,75
VO0653	KPG AS	5,75
PO0126	Põlva Agro OÜ	46,20
VO0782	Antsla Vallavalitsus	605,55
PO0103	Hoolekandeteenused AS Erastvere hooldekodu	225,00
VO0848	Haanja Vallavalitsus	81,45
PO0121	Põlva Vesi AS	177,77
VA0501	Hummuli Vallavalitsus	160,50
VO0780	Sõmerpalu Vallavalitsus	98,25
VO0780	Sõmerpalu Vallavalitsus	87,45
PO0105	Kanepi valla MA Karjõr	433,50
PO0113	Mooste Olme OÜ	322,50
VA0711	Ühismajandamise OÜ	107,55
VO0782	Antsla Vallavalitsus	329,25
VA0954	Taheva Vallavalitsus	186,69
PO0107	Anton Invest OÜ	135,00
VO0846	Urvaste Vallavalitsus	162,14
VO1182	Nõmme Spordiklubi Kurgjärve	55,20
VO0847	Lasva Vallavalitsus	196,58
VA0080	Kääriku Puhke- ja Spordikeskus OÜ	80,94
VA0595	Ühismajandamise OÜ	123,75
PO0168	Lahe Masinaühistu	46,98

VO0847	Lasva Vallavalitsus	222,00
PO0131	Revekor AS	93,51
PO0121	Põlva Vesi AS	198,11
VO0784	Meremäe Vallavalitsus	58,07
PO0111	Katel OÜ	71,70
VO0789	Misso Vallavalitsus	124,65
VO0787	Mõniste Vallavalitsus	176,00
VO0784	Meremäe Vallavalitsus	103,50
PO0114	Orava Teenus OÜ	81,75
VO0780	Sõmerpalu Vallavalitsus	127,20
VA0655	Otepää Veevärk AS	2500,30
VO0847	Lasva Vallavalitsus	67,80
VO0586	Väimela Soojus OÜ	324,00
PO0125	Peri POÜ	205,08
VO0586	Väimela Soojus OÜ	117,00
PO0105	Kanepi valla MA Karjäär	205,50
PO0139	Arke Lihatööstus AS	84,00
VO0585	Väimela Põllumajanduse OÜ	17,18
PO0128	Revekor AS	90,77
VO0848	Haanja Vallavalitsus	62,10
VO0104	Rõuge Kommunaalteenus OÜ	154,32
PO0128	Revekor AS	675,00
PO0002	Räpina Paberivabrik AS	175,13
VA0711	Ühismajandamise OÜ	110,40
VO0787	Mõniste Vallavalitsus	33,75
PO0138	Saverna Teenus OÜ	153,00
VA0655	Otepää VeevärkAS	85,16
PO0105	Kanepi valla MA Karjäär	70,50
VA0595	Ühismajandamise OÜ	82,05
VO0780	Sõmerpalu Vallavalitsus	119,25
VA0595	Ühismajandamise OÜ	91,35
VA0377	Taheva Sanatoorium SA	72,12
VO0782	Antsla Vallavalitsus	70,20
VO0846	Urvaste Vallavalitsus	150,87
VO0585	Väimela Põllumajanduse OÜ	18,57
PO0138	Saverna Teenus OÜ	190,50
VO0782	Antsla Vallavalitsus	273,75
VA1004	Otepää Oskar OÜ	132,75
VO0850	Varstu Vallavalitsus	189,15
VO0851	Vaks OÜ	105,48
PO0144	Veriora Vallavalitsus	78,00
VO0586	Väimela Soojus OÜ	397,50
PO0145	Verska Calor OÜ	525,00
VA0955	Õru Soojus	109,65
	KOKKU:	65062,75

Joonis 14. Eesti võimalikud regioonid reoveesette kogumisel.



7. Kokkuvõte

Käesoleva projekti teostamise käigus (eriti selle logistilise- ja majandusanalüüsi osa koostamisel) tekkis otsene ja möödapääsmatu vajadus liita sellega ka liigiti kogutud biolagunevate jäätmete osa. Reoveesete ja biolagunevate jäätmete käitlemiseks ja väärtustamiseks on tehnoloogiliselt üks efektiivsemaid mooduseid metaankääritamine biogaasi saamiseks ning sellest soojus- ja elektrienergia tootmine. Biogaasi saagise suurendamiseks ning Eestis tekkiva biolaguneva tooraine efektiivsemaks kasutamiseks on otstarbekas kooskõidelda reoveesetead ja liigiti kogutud biolagunevaid jäätmeid tagamaks biogaasijaamade optimaalse ja pideva toimimise.

Varasemad uuringud on näidanud, et erinevate biolagunevate jäätmete kooskääritamisel reoveesetetega on saadava biogaasi saagised suuremad. Biogaasijaamade arendusi on Eestis juba ca 15 ja nende üheks tooraineallikaks on arvestatud ka reoveesete. Biogaasijaamad on planeeritud ehitada regiooniti toormeallikate ja digestaadi laotusmaade juurde ja neist osadele on juba koostatud regionaalsed logistilised skeemid ja majandusliku tasuvuse analüüsid. Neis biogaasijaamade arendustes on olulist tähelepanu pööratud ka digestaadi (kääritusjäägi) käitlemisele ja kasutamisele. Kujunenud olukorras ei ole otstarbekas koostada eraldi reoveesete regionaalseid logistilisi ja majandusanalüüse. Sette analüüsid tuleks koostada koos kõigi energeetilist potentsiaali omavate biolagunevate jäätmete biogaasijaamade logistiliste ja majandusanalüüsidega.

Seoses kujunenud olukorraga on Keskkonnaministerium huvitatud reoveesetete ning biolagunevate jäätmete anaeroobse kooskäitlemise võimalustest Eestis. Reoveesetete ning biolagunevate jäätmete anaeroobse kooskäitlemise võimaluste uurimiseks, vajalike seadusemuudatuste ettepanekute koostamiseks ning jäätmete lakkamise staatuse saavutamiseks koostati käesolevale projektile täiendusettepanek, mis sai SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse nõukogu 16.03.2010.a. otsusega täiendava rahastuse.

8. Kasutatud kirjandus

Activated Sludge [WWW] <http://www.wrights-trainingsite.com/ActSlud1onb.html>
(10.06.2009)

Andersmaa, E., Sedam, P., Raia, T., Lääne, A. (2005). Proovivõtt reo- ja heitveest, sademeveest ning saastunud pinnasest. Käsiraamat. Tallinn

Andmebaas [WWW] <http://www.environmentalleverage.com/> (08.06.2009)

AS Keila Vesi [WWW] <http://vesi.keila.ee/index.php?page=335&lang=est> (08.06.2009)

Bitton, G. (2005) Wastewater Microbiology. A John Wiley & Sons, Inc. Hoboken

Cheremisinoff, P.N (1994) Sludge: Management and Disposal; Englewood Cliffs, NJ.: PTR Prentice Hall

Eikelboom, D.H. (2000) Process Control of Activated Sludge Plants by Microscopic Investigation. ASIS. Zutphen

Gerardi, M.H. (2002) Settleability Problems and Loss of Solids in the Activated Sludge Process. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ

Gerardi, M.H. (2008) Microscopic Examination of the Activated Sludge Process. A John Wiley & Sons, Inc. Hoboken

Glymph, T. (2005) Wastewater Microbiology. American Water Works Association. Käsiraamat. Denver

Hossain, F. (2004) Activated Sludge Bulking: A Review of Causes and Control Strategies, IE (I) Journal, Vol. 85, (www.ieindia.org/publish/en/0904/sept04en1.pdf)(01.06.2009)

Hänel, K. (2002) Biological Treatment of Sewage by the Activated Sludge Process. A John Wiley & Sons, Inc. Hoboken

Kuusik, A. (1995) Reoveeväikepuhastid Eestis. Tallinna Tehnikaülikooli Keskkonnatehnika Instituut. Tallinn

Maastik, A. (1984) Veekaitse põllumajanduses. Valgus. Tallinn

Martins, A.M.P., Pagilla, K., Heijnen, J.J., van Loosdrecht, M.C.M. (2004) Filamentous bulking sludge – a critical review. *Water Research*, vol 38, 793-817

Microorganisms and their role in the activated sludge process [WWW]
<http://www.college.ucla.edu/webproject/micro7/studentprojects7/Rader/asludge2.htm>
(01.06.2009)

Mölder, H. (1998) Reoveepuhasti operaatori õpik. Keskkonnatehnika instituut. Tallinn

Pirt, S.J. (1975). Principles of Microbe and Cell Cultivation. Blackwell Scientific Publications p. 11-13.

Proovivõtumeetodid. (2002).- Elektrooniline Riigi Teataja, 56, 833

Reoveesettekäitluse inventuuri teostamine Eestis (2001) PIC EESTI AS, leping nr 2-15-16/691

Richard, M. (2003) Activated Sludge Microbiology Problems and their Control. -Presented at the 20th Annual USEPA National Operator Trainers Conference, Buffalo, NY. [WWW]
(www.dec.ny.gov/docs/water_pdf/DrRichard.pdf) (07.06.2009)

Richard, M. (2009) Practical Control Methods for Activated Sludge Bulking and Foaming. [WWW]: <http://www.dec.ny.gov/chemical/34373.html> (07.06.2009)

Schade, K.-H. (2001) Light Microscopy. Leica Microsystems Heerbrugg AG. Himmer

Shivaraman, N., Shivaraman, G. (2003) Anammox – A novel microbial process for ammonium removal. *Current Science*, vol. 84, No 12, 1507-1508

The Treatment of Industrial Effluent at the MacMillan Bloedel Powel River and Port Alberni
Paper Manufacturing Facilities [WWW]
<http://www.geocities.com/RainForest/Vines/4301/bugs.html>. (29.05.2009)

Thiel, J. (2002) Activated Sludge. Water Environment Federation. Alexandria

Velner, H.A. (1998) Keskkond ja tehnika. Eesti Loodusfoto. Tartu