

Biolagunevate jäätmete käitlemine



II-etapp

© EV Keskkonnaministeerium

veebruari - mai 2005

EV Keskkonnaministeerium
Toompuiestee 24
15172 Tallinn
Tel. 626 2802
Faks 626 2801

AS ENPRIMA ESTIVO
Väike-Ameerika 8-303
10129 Tallinn
Tel. 605 3150
Faks 605 3155

EESSÕNA

Eesti Vabariigi Keskkonnaministeerium on seadnud oma eesmärgiks luua üleriigiline **biolagunevate jäätmete käitlemise mudel (süsteem)**, eesmärgiga:

1. vähendada prügilatesse ladestatavate bio-lagunevate jäätmete hulka kooskõlas keskkonnaministri 29. 04. 2004 määrusega nr 38 “ Prügila rajamise, kasutamise ja sulgemise nõuded” (RTL 05.05.2004, 56, 938), EL prügiladirektiivi 1999/31/EÜ nõuetega ja kavandatava EL Bio-lagunevate jäätmete direktiivi eelnõuga, ja „Jäätmeseadusega“ (vastu võetud 28.01.2004 ja jõustunud 1.05.2004);
2. Taaskasutada või käidelda maksimaalne kogus tekkivatest bio-lagunevatest jäätmetest kaubalise väärtusega toodangu (energia, tooraine, orgaanilised väetised jm.) saamiseks.

Käesolev töö käsitleb seega ainult biolagunevaid jäätmeid. ***Biolagunevad jäätmed on anaeroobselt või aeroobselt lagunevad jäätmed.***

Käesolev uurimistöo kujutab endast selle töö II etappi, mille põhieesmärkideks on:

- analüüsida erinevat tüüpi biolagunevate jäätmete käitlemise ja kooskäitlemise võimalusi, meetodeid ja tehnoloogiaid;
- analüüsida erinevate aeroobsete ja anaeroobset kompostimistehnoloogiate keskkonnakaitselik mõju ja majanduslikku efektiivsust;
- leida optimaalseim lahendus biolagunevate jäätmete käitluskeskuste võrgustiku rajamiseks vabariigis;
- leida ja välja pakkuda võimalikud lahendused orgaaniliste jäätmete lagundamisel saadud materjali edasiseks kasutamiseks;
- koostada orgaaniliste jäätmete taaskasutamise arendamise etapid (2005-2010; 2010-2013; 2013-2020), tuues välja igas etapis teostatavad tegevused ja hinnates nende maksumuse.

II etapi töö baseerub „Biolagunevate jäätmete käitlemise“ I etapi jooksul koostatud biolagunevate jäätmete andmebaasi andmetel, meie lähinaabrite vastavatele kogemustel ja Eesti ning EÜ vastavatele direktiividel ja seadustel.

Ülaltoodud 5 põhieesmärgi alusel on koostatud käesoleva uuringu teemad ja alateemad.

Siinkohal tahame avaldada tänu järgmistele isikutele ja ettevõtetele, kes olid lahkelt abiks käesoleva töö koostamisel:

Tallinna Prügila AS – Allan Pohlak ja Tiit Treiberg;

Hiiumaa Keskkonnateenistus - Kalev Liit, maavarade ja jäätmete peaspetsialist;

Jõgevamaa Keskkonnateenistus - Moonika Aunpuu, jäätmete ja õhu peaspetsialist;

Järvamaa Keskkonnateenistus – Kristo Keevend, jäätmete peaspetsialist;

Läänemaa Keskkonnateenistus – Malle Piirsoo, keskkonnakorralduse spetsialist;

Põlvamaa Keskkonnateenistus - Rein Kalle, jäätmete ja õhu peaspetsialist;

Pärnumaa Keskkonnateenistus - Peeter Oja, jäätmete spetsialist;

Saaremaa Keskkonnateenistus – Liia Krumm;

Tartumaa Keskkonnateenistus – Hegri Narusk, jäätmete spetsialist;

Valgamaa Keskkonnateenistus - Peeter Ekstein, õhu ja jäätmete peaspetsialist.

Sisukord

EESSÕNA	2
1 Erinevat tüüpi biolagunevate jäätmete käitlemise ja kooskäitlemise võimalused, meetodid ja tehnoloogiad	6
1.1 Erinevat liiki olmejäätmete koostis, füüsilised ja keemilised omadused.....	6
1.1.1 Olmejäätmete orgaaniline osa	8
1.1.2 Paber ja kartong	8
1.1.3 Tekstiil	8
1.1.4 Setted	8
1.1.5 Haljastusjäätmed.....	9
1.1.6 Sõnnik.....	9
1.2 Erinevat liiki olmejäätmete käitlemise võimalused, lähtuvalt nende koostisest ja omadustest; (käitlemise liik, vajalikud min/maks. mahud käitlemiseks, käitlusseadmete e. - tehnoloogia erimaksumus, teeninduskulud)	10
1.2.1 Aeroobne kompostimine	10
1.2.1.1 Aeroobset kompostimisprotsessi mõjutavad tegurid.....	10
1.2.1.2 Aeroobse biotöötlemise tehnoloogia	13
1.2.1.3 Kompostimisväljaku opereerimiseks vajalikud seadmed.....	14
1.2.1.4 Väike- ehk koduskompostimine	15
1.2.1.5 Vaalkompostimine.....	16
1.2.1.6 Aunkompostimine (kompostimine staatilistes vaaludes)	19
1.2.1.7 Reaktorkompostimine.....	22
1.2.2 Jäätmete anaeroobne biokäitlus	24
Anaeroobsele biokäitlusele eelneb materjali eeltöötlemine, milles sisaldub:	25
1.2.2.1 Anaeroobset protsessi mõjutavad tegurid.....	26
1.2.2.2 Anaeroobse biotöötlemise tehnoloogia	27
1.2.3 Olmejäätmete põletamine	29
1.2.3.1 Prügi põletamisest elektri jaamas	31
1.2.3.2 Olmejäätmete põletamisest puiduhakkeliinil töötavas SEK jaamas	32
1.2.4 Olmejäätmete termiline gaasistamine.....	32
1.2.4.1 Tulevikutehnoloogiad gaasistamisel.....	33
1.2.5 Jäätmete oksüdatiivne-hüdrolüütiline lõhustamine reaktoris	33
1.3 Erinevat liiki olmejäätmete kooskäitlemise võimalused (kooskäitlemise liik, soovitatavad liikide vahekorrad, vajalikud min/maks. mahud kooskäitlemiseks, käitlusseadmete e. – tehnoloogia erimaksumus, teeninduskulud)	35
1.3.1 Jäätmete bioloogilise töötlemise kulude ja tulude analüüs.....	35
1.3.1.1 Aeroobse kompostimise kulud	35
1.3.1.2 Tunnel- ja trummelkompostimine	40
1.3.1.3 Anaeroobse biokäitluse kulud	41
2 Erinevate aeroobsete ja anaeroobsete kompostimistehnoloogiate keskkonnakaitseliku mõju ja majandusliku efektiivsuse analüüs	42
2.1 Ülevaade biolagunevatest jäätmekogustest aastate lõikes.....	42
2.2 Hinnang majanduslikule efektiivsusele, arvestades tehnoloogia maksumust (EEK/t kohta), teeninduskulu, lõpp-produkti (kompost, gaas) kasutatavust või müüdavust.....	47
2.2.1 Mõjutegurite analüüs ja järeldused soovitatavate tehnoloogiate kohta.....	48
2.3 Võimalike keskkonnamõjutuste hinnang erinevatele tehnoloogiatele	49
2.3.1 Jäätmete aeroobse käitlemise eelised ja puudused	49
2.3.2 Jäätmete anaeroobse töötlemise eelised ja puudused	49

3	Optimaalseima lahenduse leidmine biolagunevate jäätmete käitluskeskuste võrgustiku rajamiseks vabariigis	50
3.1	Käitluskeskuste arvu ja võimalike asupaikade määrang, lähtudes sobivaimatest mahtudest, kompostimistehnoloogiaist ja minimaalsematest investeeringutest (ka ühikinvesteeringust) ning käitluskuludest	51
3.1.1	Tallinna Prügila teeninduspiirkond: Harju maakond ja Tallinn	52
3.1.2	Hiiumaa uue prügila teeninduspiirkond: Hiiu Maakond	53
3.1.3	Uikala Prügila teeninduspiirkond: Ida- Viru Maakond ja Lääne- Viru Maakond	54
3.1.4	Torma prügila teeninduspiirkond: Jõgevamaa idaosa ja Ida –Virumaa lõunaosa	55
3.1.5	Väätsa Prügila teeninduspiirkond: Järva Maakond, Jõgevamaa lääneosa, Raplamaa idaosa, Viljandimaa põhjaosa, Harjumaa lõunaosa	56
3.1.6	Loode- Eesti prügila teeninduspiirkond: Läänemaa, Harjumaa lääneosa, Raplamaa lääneosa	59
3.1.7	Paikuse jäätmekäitluskeskuse teeninduspiirkond: Pärnumaa ja Viljandimaa lõunaosa	60
3.1.8	Saaremaa uus prügila teeninduspiirkond: Saaremaa	61
3.1.9	Kagu-Eesti prügila teeninduspiirkond: Tartumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Võrumaa	62
3.2	Võimalike käitluskeskuste võrgustik Eesti kaardil.....	64
4	Võimalikud lahendused orgaaniliste jäätmete lagundamisel saadud materjali edasiseks kasutamiseks.....	67
4.1	Komposti kvaliteet ja kasutamine	67
4.2	Biogaasi kvaliteet ja kasutamine	68
5	Orgaaniliste jäätmete taaskasutamise arendamise etapid (2005-2010; 2010-2013; 2013-2020) vabariigis	70
5.1	Igas etapis teostatavad tegevused	70
5.2	Igal etapil teostatavate tegevuste maksumused	71
6	Kokkuvõte	73
7.	SUMMARY	75
LISA 1	Jäätmete kogumise ja käitlemise üksused	79
LISA 2	81
	Biolagunevate jäätmete käitluskohtade võrgustik kaardil.....	81

1 ERINEVAT TÜÜPI BIOLAGUNEVATE JÄÄTMETE KÄITLEMISE JA KOOSKÄITLEMISE VÕIMALUSED, MEETODID JA TEHNOLOOGIAD

1.1 Erinevat liiki olmejäätmete koostis, füüsikalised ja keemilised omadused

Jäätmete koostist ja jäätmematerjali omadusi on tähtis teada, sest see võimaldab teha majanduslikult ja tehniliselt õigeid otsuseid jäätmekäitluse (vedu, materjali edasine kasutamine, energeetiline väärtus, ohtlikkusklassi määramine jne) kavandamisel.

Võimalike biolagunevate jäätmete **käitlusmeetoditena** vaadeldakse siin:

- aeroobset (õhu juurdepääsuga) lagunemist, mis põhiliselt esineb kompostimisel;
- anaeroobset (õhu juurdepääsuta) lagunemist, mis põhiliselt esineb bioloogilisel gaasistamisel (käärimisel), kuid ka teatud kompostimise meetoditel (faasidel) ning ladestamisel prügilates. Biogaasistamise tulemusena tekib metaan (mis on ka loodusliku gaasi põhikomponent);
- põletamist spetsiaalsetes jäätmepõletuseks kohandatud seadmetes;
- termilist eelgaasistamist ning sellele järgnevat gaasi põletamist.

Bioloogiliseks käitlemiseks on tarvis määrata jäätmete bioloogilised näitajad:

- Orgaanilise süsiniku hulk;
- Võimalik gaasitootlikkus;
- Niiskus;
- Süsinik/lämmastik suhe (C/N suhe).

Jäätmete põletamise kavandamisel tuleb määrata põlemist mõjutavad füüsikalise-keemilised omadused:

- Üldsüsiniku hulk;
- Kütteväärtus;
- Niiskus;
- Tuhasus;
- Prügitükkide suurus.

Biolagunevad jäätmed on anaeroobselt või aeroobselt (vaba hapnikuga või ilma selleta) lagunevad jäätmed, nagu toidujäätmed, paber ja papp jm. Biolagunevate jäätmete eraldi käsitletavaks alaliigiks on aia- ja pargijäätmed.

Orgaanilise aine võib jaotada lagunemiskiiruse järgi kahte rühma:

- kiiresti lagunevad ained – lagunemine kestab 3 kuud kuni 5 aastat;
- aeglaselt lagunevad ained – lagunemiseks kulub 5 – 50 aastat.

Bioloogiliselt lagunevad kõige kiiremini veeslahustuvad süsivesikud ja valgud; kõige aeglasemalt aga ligniin.

Valkude lagunemine toimub ensüümide mõjul aminohapeteks. Valgurikaste taimejäänuste (lämmastiku sisaldus vähemalt 2% ja süsiniku-lämmastiku suhe alla 25-30) korral osa aminohappeid laguneb lõpuni ning eraldub CO₂, H₂O, NH₃. Lämmastiku vabanemine ammoniaagina toimub nii aeroobsel kui ka anaeroobsel lagunemisel. Valguvaeste taimejäänuste (C:N suhe üle 25-30) korral kasutatakse aga vabanenud lämmastik mikroorganismide poolt ära.

Rasvad lagunevad nii bakterite kui ka seente mõjul. Aeroobsetes tingimustes tekivad esmalt glütseriin ja rasvhapped, mis edasi lagunevad süsihappegaasiks ja veeks. Rasvad lagunevad anaeroobsetes tingimustes halvasti ja moodustavad nn bituume.

Vaigud, vahad ja parkained on enamasti lagundamise protsessis osalevatele bakteritele mürgiks, kuid seente mõjul lagunevad suhteliselt kergesti. Anaeroobses keskkonnas vaik ei lagune ja vahadest tekivad mitmesugused bituumid.

Ligniin on looduslik fenüülpropaani tüüpi ühenditest koosnev polümeer, mis ladestub taimerakkude kestades, kindlustades puitumisprotsesside kulgemise. Kõrgemates taimedes on ligniini umbes 25%. Ligniin laguneb kõige aeglasemalt, selle peamiseks lagundajateks aeroobsetes tingimustes on kiirikseened. Anaeroobsetes tingimustes ligniini ei lagune.

Tabel 1-1 Orgaanilise aine biolagundatavuse sõltuvus materjali ligniinisaldusest

Komponent	Jäätmete orgaanilise osa (VS) ligniinisaldus (LC) %	Jäätmetes sisalduv biolagunev osa (BF)*, %
toidujäätmed	0,4	82
ajalehepaber	21,9	22
kontoripaber	0,4	82
papp	12,9	47
aiandusjäätmed	4,1	72

biolagunev osa (BF)=0,83-0,028(LC), kus LC moodustab teatud % biolagunevast orgaanilisest ainest(VS)

Järgnevas tabelis on toodud jäätmetes sisalduva süsiniku biolagunevus ilma ligniinisaldust arvesse võtmata.

Tabel 1-2 Biolagunevate jäätmete süsinikusisaldus

Jäätmed	Süsiniku sisaldus, %	Lagundatav osa, %
Paber	43	55
Papp	43	66
Biojäätmed	40	83
Tekstiil	49	50
mahlapakendid (tetrapakend)	43	76
muud põlevad jäätmed	49	50

Tabelis 1–2 esitatud paberi (55%) ja papi (66%) lagundatav osa erineb tabelis 1-1 toodust kuna tabelis 1-2 toodud paberi lahtris on arvesse võetud nii ajalehe-, kontori- ja teiste perioodiliste väljaannete paber. Tabelis 1-2 toodud arvud on saadud metaani tootepotentsiaali katsetuste alusel, mille põhjal on võimalik hinnata laguneva orgaanilise aine osa erinevates jäätmeliikides.

1.1.1 Olmejäätmete orgaaniline osa

Puu- ja köögivilja koored ja söögiks kõlbmatud osad, muud köögijäätmed, aiapäätmed (ka puulehed ja niidetud rohi, mida ei tarvitata loomasöödaks), tselluloosi baasil toodetud niiskete toodete jäätmed (pabertaskurätikud, laste mähkmed, paberköögirätid), samuti on siia hulka arvatud orgaanilisi jäätmeid ümbritsev paber või papp. Siia kuuluvad ka teised bioloogiliselt aeroobses keskkonnas lagunevad jäätmed.

Toidujäätmed (nt. juurvili, kohvipuru) on kõrge lämmastiksisaldusega, suhteliselt niisked (keskmine niiskussisaldus 50-65%), mitte eriti suure ligniinisaldusega ning kiiresti lagunev orgaaniline materjal.

Olmejäätmete töötlemine anaeroobselt või aeroobselt eeldab, et jäätmete hulgast oleks eraldatud klaas, plastik jne. materjalid, mis sellisel töötlusel ei lagune. Anaeroobsel töötlusel on eesmärgiks saada rohkesti metaani, seega on eelistatud käidelda koos mitmesuguseid jäätmeid. Kui eesmärgiks on saada hea kvaliteediga komposti, siis tuleb jäätmete komponente valida.

1.1.2 Paber ja kartong

Kuivad paberitooted, ajalehed, ajakirjad, valged pabertooted, paberist, kartongist ja lainepapist pakendid ja tarbeesemed.

Paber on kõrge süsinikusisaldusega, kuiv, aeglaselt lagunev, suhteliselt kõrge ligniinisaldusega materjal.

1.1.3 Tekstiil

Naturaalsest ja kunstainest tekstiilse iseloomuga materjalid (kudumid, nõõrid, niidid, võrgud). Tekstiilmaterjali keskmine niiskussisaldus on 10% ning keskmine tihedus 65 kg/m³.

1.1.4 Setted

Setted (mudad) tekivad loodus-ja reovee käitlemisel vees lahustunud ja suspendeeritud ainete eraldamisel. Muda põhikomponendid on settiv tahke aine, biopuhastites tekkiv biomassi ülejääk ja keemilisel töötlusel tekkivad lahustumatud sademed.

Veepuhastusjaamade muda tekib keemilise koagulatsiooni, vee pehendamise, filtrite pesuvee, eelsetitite, Fe ja Mn eralduse ja ionvahetuspehmedite regenererimise protsessides. Sellise jääkmuda koostis ja omadused varieeruvad laias vahemikus, olenedes kasutatud kemikaalidest. Bioloogiliselt töödeldud reovee muda on keemiliselt aktiivne materjal, mis anaeroobsetes tingimustes hakkab käärima. Anaeroobsel olmejäätmete töötlemisel tõuseb reovee muda lisamisega olmejäätmetele toitainete tase segus ning niiskuse sisaldus. Kui lisada reovee muda 5% olmejäätmetele, siis tagab see anaeroobse protsessi efektiivse kulgemise ning reaktori stabiilsuse. Kui aga lisada reovee muda olmejäätmetele 20%, siis paraneb anaeroobse kääritamise efektiivsus märkimisväärselt.

Erinevate tööstuste heitvesi sobib samuti anaeroobseks töötlemiseks (näiteks toiduainetetööstuse, paberitööstuse jne). Anaeroobset töötlemist on võimalik kasutada heitvete puhul, mille keemiline hapnikutarve KHT on kuni 50 000 mg/l. Kui reovee KHT väärtus on üle 2000 mg/l on juba otstarbekas kasutada aeroobse asemel anaeroobset töötlust, kuna antud parameetritega vee aeroobne töötlemine osutub suurte hapniku koguste tõttu kalliks.

Kuna tahke faasi sisaldus mudades on enamasti alla 5%, siis on käideldava muda hulk väga suur. Muda koostises on ka palju kergeid hüdrofiilseid tahkeid komponente, mida on raske veetustada. Muda hulk ja omadused olenevad jäätmete päritolust ja kasutatavatest veepuhastusmeetoditest. Muda viskoossus oleneb tema päritolust, kontsentratsioonist, temperatuurist ja nihkepingest. Muda keemiline koostis määrab tema käitlusmeetodid ja kasutuse, näiteks sobivuse väetisena. Sel juhul on määrav fosfori (P), lämmastiku (N) ja kaaliumi (K) sisaldus. Aktiivmudas on N ja P sisaldus 5%, K on kuni 1%. Seega on tegemist ainega, mille toiteainete sisaldus on madal ning mille kasutamine põllumajanduses pole levinud. Samas 35%-line proteiinisaldus võimaldab töödeldult kasutada aktiivmuda loomasööda lisandina.

1.1.5 Haljastusjätmed

Haljastusjätmete hulka kuuluvad taimede varred, kõrred, saepuru, puulehed (sügislehed), puidutükid, puukoor on kuivad, kõrge süsinikusisaldusega, suhteliselt jäigad materjalid (kõrge ligniinisaldusega) mistõttu lagunevad aeglaselt.

Aiapraht on kõrge lämmastikusisaldusega, niiske, suure materjalitihedusega, vähese ligniini sisaldusega materjal, mis laguneb kiiresti.

Haljastus ja pargijätmed tuleb enne anaeroobset töötlemist purustada, et saavutada homogeenne toormaterjal. Tuleb arvestada, et nimetatud tüüpi jätmed sisaldavad ligniini (jäik komponent), mis ei ole otseselt biolagundatav aine.

1.1.6 Sõnnik

Looma- või linnusõnnik on kõrge lämmastikusisaldusega, niiske, suure materjalitihedusega ning kiiresti lagunev materjal.

Loomade väljaheidete tahke faasi sisaldus on enamasti vahemikus 2-12%.

Tabel 1 -3 Loomasõnnikute C/N suhe ja biogaasi saagikus

Jätmed	C:N suhe	Biogaasi saagikus (m ³ /kg VS – volatile solids*)
Sea sõnnik	3 - 10	0,25 – 0,50
Veise sõnnik	6 – 20	0,20 – 0,30
Kana sõnnik	3 - 10	0,35 – 0,60

* - volatile solids = ingl. lendosade rikas tahke aine

Loomade, eriti veisesõnnik kasutatakse meil enamasti põllumajanduses väetisena, kusjuures

tavaline toiming selle juures on aunkompostimine – sõnnik veetakse põlluservale „laagerduma“ ning laotatakse väetiseks põllule alles järgmisel aastal. Sellise primitiivse kompostimise juures jääb tavaliselt aunade segamise toiming ära.

1.2 Erinevat liiki olmejäätmete käitlemise võimalused, lähtuvalt nende koostisest ja omadustest; (käitlemise liik, vajalikud min/maks. mahud käitlemiseks, käitlusseadmete e. -tehnoloogia erimaksumus, teeninduskulud)

1.2.1 Aeroobne kompostimine

Aeroobne kompostimine on hapniku ja mikroorganismide juuresolekul ning kindlatel tingimustel toimuv orgaaniliste materjalide lagundamise protsess. Kompostimise protsessi ajal tarvivad mikroorganismid hapnikku ja toituvad orgaanilisest ainest. Aktiivsest kompostimisprotsessist eraldub märkimisväärselt soojust, CO₂ ja veeauru. CO₂- ja veekaod moodustavad umbes poole algse materjali kaalust, mille tõttu on komposti ruumala ja mass väiksemad algse materjali omast. Orgaanilise aine puudujäägi puhul võib kompostisegule lisada olmejäätmeid ja reovee puhastusseadmete muda käärimisprotsessi algatamiseks ja soojuse genereerimiseks. Käärimisel eralduvad gaasid kobestavad materjali ja tagavad parema juurdepääsu sellele. Optimaalsetel tingimustel läbib kompostimine neli faasi:

- Mesofiilne faas, kestab paar päeva;
- Termofiilne faas, võib kesta paarist päevast paari kuuni;
- Jahutusfaas;
- Küpsemisfaas, kestab mitu kuud.

Erinevate faaside jooksul domineerivad erinevad mikroorganismid. Esimeses faasis lagundavad mesofiilsed bakterid kiiresti lahustuvaid ja kergelt lagundatavaid ühendeid. Bakterite toodetud soojus tõstab kiiresti kompostmaterjali temperatuuri. Alates 40°C väheneb mesofiilsete bakterite konkurentsivõime ning domineerima hakkavad termofiilsed mikroorganismid. Alates 55°C hakkavad hävinema paljud inim- ning taimepatogeenid. Temperatuuril üle 65°C hukuvad paljud mikroorganismid ja väheneb kompostimiskiirus. Termofiilse faasi käigus kiireneb valkude, rasvade, süsivesinike (tselluloos ja hemitselluloos) lagunemine. Kui nimetatud ühendid ehk energiaallikad ammenduvad, hakkab komposti temperatuur langema ning taas hakkavad domineerima termofiilsed bakterid – algab viimane faas ehk järelejäänud orgaanika lagundamine ning stabiilsemaks muutumine.

1.2.1.1 Aeroobset kompostimisprotsessi mõjutavad tegurid

Kompostitava materjali omadused

Saasteainete biolagundatavuse määrab erinevate komponentide keemiline struktuur. Reeglina väheneb ühendite biolagundatavus nende molekulmassi suurenemisel. Lisaks molekulmassile mõjutab ühendite biolagundatavust nende lahustuvus vees, viskoossus ning keemilise struktuuri keerukus. Hargnenud ahelaga süsivesinike lagunemine, võrreldes sirge ahelaga süsivesinikega, toimub väiksema kiirusega. Alkaanid lagunevad oluliselt kiiremini kui aromaatsed ühendid. Aromaatsete ühendite lagunemiskiirus sõltub neis sisalduvate

benseenituumade arvust.

Kompostitav segu ei tohi sisaldada bioloogilisi protsesse pidurdavaid aineid (inhibiitoreid) ega mürke, seetõttu ei kõlba selle hulka antiseptitud puit, kemikaalid ega ohtlikud ained. Lubi ja tuhk muudavad komposti aluseliseks ja pidurdavad mikroorganismide tegevust, neid võib segada vaid valmiskomposti hulka.

Hapnik ja õhutamine

Aeroobne kompostimine tarbib suures koguses hapnikku, eriti kompostimise varajases staadiumis. Kui hapniku juurdepääs ei ole piisavalt tagatud võib protsess muutuda anaeroobseks, mis on palju aeglasem ja rohkem ebameeldivat lõhna levitav protsess. Anaeroobse protsessi tulemusena tekivad erinevad ebameeldiva lõhnaga ja mürgised gaasid (nt. väävelvesinik).

Aeroobse protsessi läbiviimiseks vajalik minimaalne hapniku kontsentratsioon kompostiosakeste vahedes ja poorides peab olema 5%, kuna aeroobsed mikroorganismid suudavad elada kuni 5% hapniku kontsentratsiooni juures. Normaalsel aeroobset kompostimist võimaldab hapniku kontsentratsioon üle 10%. Hapniku juurdepääsu tagamiseks tuleb komposti aegajalt õhutada st. segada. Mõned süsteemid suudavad hoida parajat hapniku taset passiivse difusiooni ja konvektsiooni abil, teised süsteemid vajavad aga segamist.

Süsiniku – lämmastiku (C:N) suhe

Süsinik (C), lämmastik (N), fosfor (P) ja kaalium (K) on esmatahtsad toitained, mida vajavad kompostimises osalevad mikroorganismid. Mikroorganismid kasutavad süsinikku energia saamiseks ja kasvamiseks, lämmastik on vajalik proteiinide saamiseks ja paljunemiseks. Süsiniku ja lämmastiku vahekorda kompostimisprotsessis nimetatakse C:N suhteks. Õige C:N suhe tagab tavaliselt ka teiste vajalike toitainete olemasolu õigetes kogustes.

Toormaterjalide segud, mille C:N suhe on 25:1 kuni 30:1 on ideaalsed aktiivse kompostimisprotsessi läbiviimiseks, kuid ka segud algse C:N suhtega 20:1 kuni 40:1 annavad kompostimisel suhteliselt häid tulemusi. Kui C:N suhe toormaterjalisegus on alla 20:1, kasutatakse süsinik täielikult ära ilma lämmastiku stabiliseerimata, mis võib viia liigse ammoniaagi ja ebameeldiva lõhna tekkele. Kui C:N suhe on üle 40:1, ei ole piisavalt lämmastikku mikroorganismide kasvuks ja kompostimise protsess muutub väga aeglaseks. Tihti osutub kompostimisprotsessi ebaedukuse põhjuseks vähene lämmastikusisaldus või lämmastiku liigsed kaod protsessis. Probleemile on püütud leida erinevaid lahendusi, millest levinuim, kuid alati mitte kõige otstarbekam viis on kasutada tugiainena turvast, mis hoiab pH taseme optimaalsena (madalana), vältimaks lämmastiku lendumist. Lisaks pH-le mõjutavad lämmastikukadusid ka mitmed teised tegurid: niiskusesisaldus, temperatuur, hapnikusisaldus, C/N suhe, kompostisegu segamisviis.

Kompostitavaid aineid segades saab süsiniku lämmastiku suhet reguleerida. Näiteks olmejäätmetes on süsiniku ülearu (C/N=60), saepurus ja hakkpuidus aga hoopis palju (C/N=200 -500). Seega tuleb neile lisada lämmastikku, mida on ohtralt reoveesettes, väljaheites, virtsas ja sõnnikus.

Tabel 1-4 C/N suhe olmejäätmetes

Jäätmeliik	C/N suhe
Aiapraht	29
Muruniitmed	15 -25
Hein	40 - 100
Puulehed	30 - 80
Toidujäätmed	14
Segapaber	119
Ajalehepaber	149
Papp	165
Kvaliteetpaber	248
Ajakirjad	131
Pabermähkmed	95
Saepuru	100 - 500
Puukoor	100 - 130
Juurvili	15 – 20
Kohvipuru	20
Sõnnik	5 -25

Niiskus

Niiskus on vajalik mikroobide metabolismi (ainevahetuse) toimimiseks. Kompostitavad materjalid peaksid sisaldama 40-65% niiskust. Katsetused on näidanud, et kompostimisprotsess aeglustub, kui niiskuse osakaal langeb alla 40%. Kui niiskuse sisaldus kompostitavate materjalide segus tõuseb üle 65%, hakkab vesi asendama õhku kompostitavate materjalide poorides, mis piirab õhu liikumist ja võib tekkida anaeroobne protsess. Niiskuse osakaal tavaliselt väheneb kompostimisprotsessi kulgemisel, seega tuleb komposti protsessi käigus niisutada.

Tabel 1-5 Jäätmete hinnanguline niiskussisaldus

Jäätmeliik	Niiskus %
Saepuru, hakkpuit (toorpuidust)	55-70
Paber	15-55
Köögi-jäätmed	50-75
Linnapühkmed	55-65
Fekaalid	55-90

pH tase

Kompostitava materjalisegu pH optimaalne vahemik on 6..8, tavaliselt on kompostimisprotsessis pH vahemikuks 5..9. Kui pH asub väljaspool toodud vahemikku, aeglustub biolagunemise kiirus. Kui kompostisegu pH ületab 8 (st. tõuseb leelisus), hakkab lämmastik eralduma erinevate gaasiliste ühenditena (nt. ammoniaak).

Saasteaineid lagundavate bakterite olemasolu

Biolagundamise efektiivseks toimimiseks on vaja elujõulist bakterite populatsiooni. Kui segus on baktereid vähe, võib protsessi kiirendamiseks neid juurde lisada. Heterotroofsete bakterite arvukust hinnatakse ühikuga CFU/grammi mulla kohta (kolooniat moodustav ühik). Kompostimise efektiivseks toimimiseks on vajalik summaarne heterofoobsete bakterite arv

üle 1000 CFU/g kuiva pinnase kohta. Mikroorganismidest osalevad saasteainete lagundamisel enamasti bakterid, aga võib leida ka süsivesinikke lagundavaid indigeenseid seeni. Seened on eriti olulised oma võime poolest lagundada pikaahelalisi ja kompleksseid süsivesinikke. Mikroobide kasvu limiteerib peamiselt lämmastikusisaldus.

Osakeste suurus

Aeroobse kompostimise kiirus on suurem väiksemate osakese suuruste korral, samas väikesed osakesed võivad takistada õhu liikumist vaalus või hunnikus. Optimaalsed kompostimise tingimused saavutatakse tavaliselt kui tükkide läbimõõt on **3 mm** kuni **5 cm**.

Temperatuur

Kompostimine toimub kahes temperatuurivahemikus: mesofiilne (10–45°C) ja termofiilne (45–75°C). Bioloogilisel lagunemisel eralduv soojusenergia kiirendab komposti valmimist, kuid temperatuuri tõus ei tohi ületada aeroobse termofiilse käärimise ülempiiri, mis on 75°C. Termofiilse temperatuuri juures hävinevad patogeensed bakterid ja kompost steriliseerub. Protsessi võib läbi viia ka mesofiilsetes tingimustes, kuni 45°C juures, kui pole karta tõvestavate mikroobide olemasolu kompostisegus. Eksperdid soovitavad kompostimisprotsess läbi viia temperatuurivahemikus **40–65°C**.

Kompostihunniku suurus

Kompostihunnik (aun) peab olema piisavalt suur, et tagada soojuse ja niiskuse kiire hajutamine, samas aga küllalt väike, et tagada õhu tsirkulatsioon. Et saavutada mõlemat tingimust ning tagada ka piisav auna maht, rajatakse kompostimishunnikud vaaludena, mille pikkust ei limiteerita. Kompostimissüsteemi ehitamisel tuleb arvestada kohaliku kliimaga (liigsed sademed, kuiv piirkond).

1.2.1.2 Aeroobse biotöötluuse tehnoloogia

Kompostimistehnoloogia hõlmab jäätmete eelkäitluse, kompostimise ja järelkäitluse. Mahukaim töö on materjali kokkuvedu. Kui kompostitakse puhtaid jäätmeid, on muud töötlusastmed märksa lihtsamad. Kompostimiseks on vaja kõvakattega väljakut, purustit, sõelurit ning aunasegurit.

Eelkäitlusega jäätmed peenestatakse, segatakse ning neist eemaldatakse kompostimiskõlbmatud materjalid. Võõrised tuleb kõrvaldada kohe algul, sest siis ei ole nende küljes veel kompostitükikesi. Tooraine sorditakse, sõelutakse ja peenestatakse kompostimisplatsil. Sõelumisega eemaldatakse suurem osa klaasist. Rauda on võimalik eraldada magnetiga, mittemagnetilised metallid tuleb välja sorteerida käsitsi. Suruõhuga on võimalik eemaldada plastikut ja osaliselt paberit. Väljasorditud klaas, plast ja paber on määratud ning taaskasutuseks enamasti ei kõlba. Eelkäitluse ajal võidakse jäätmetele lisada ka tugi- ja väetusaineid.

Valmiskompost jäetakse **järelvalmima**. Ka järelvalmimisaunad ei tohi muutuda anaeroobseks ja seepärast tuleb neid aegajalt segada. Järelvalmimise kestuse ajaks on mitmesuguseid soovitusi: mõnest nädalast kuni kahe aastani.

Järelkäitlusega suurendatakse komposti väärtust: valmiskompost peenestatakse, sõelutakse ja rikastatakse lisanditega. Järelkäideldud kompost säilib kaua.

1.2.1.3 Kompostimisväljaku opereerimiseks vajalikud seadmed

Purustamine

Biojätmete eelkäitlusel ja tugiainega segamisel on kõige laialdasemalt kasutatavaks meetodiks **rataslaaduriga ühendatava sõelkopp-purusti** kasutamine. Sõelkopa eeliseks on suhteliselt väike investeerimismaksumus, teisaldatavus ja seda kasutades on võimalik ühendada purustamine ja materjalide teisaldamine. Tavaliselt on sõelkopa kasutamiseks olemas ka vajalik ratasmasinvarustus. Sõelkopp ei sobi kõige paremini toore puitmaterjali purustamiseks ja külmunud suuremõtmeliste tükkide käitluseks. Lisaks peetakse sõelkopa purustamisvõimet biojätmete purustamisel mõnes osas vähetõhusaks: näiteks puu- ja köögiviljad võivad jääda osaliselt purustamata, mis aeglustab kompostimisprotsessi käivitumist.



Sõelkopp-purusti

Kohtpurustite kasutuselevõtuga püütakse purustamise tõhusust parandada. Biojätmete purustamisel kasutatakse nii ühe rootoriga kui mitme rootoriga purusteid ning erilisi purustus- ja segamisseadmeid.

Segamine

Kompostimisjaamades kasutatakse biojätmete, reoveesette ja tugiaine segamiseks rataslaadureid, sõelkopp-purusteid, tigukonveiereid, purustavaid segamisseadmeid, trummel-segureid, põllumajanduses kasutatavaid sõnnikulaotajaid jms.

Kasutades **tavalise kopaga varustatud rataslaadurit** puistatakse tugiaine ja kompostitavad jäätmed vaheldumisi teineteise peale. Segamise tõhusus ei ole kõige parem, kuid eeliseks on segatud massi jäämine sõmeraks ja õhuliseks.

Kasutades **sõelkoppa**, paraneb segamistõhusus ja materjal muutub ühtlasemaks võrreldes tavalise kopa kasutamisega.

Kompostiaunade segamiseks kasutatakse erinevaid **aunasegamiseadmeid**. Aunasegamasinad on varustatud kas oma mootoriga või nad on traktori külge kinnitatavad lisaseadmed.



Aunasegaja

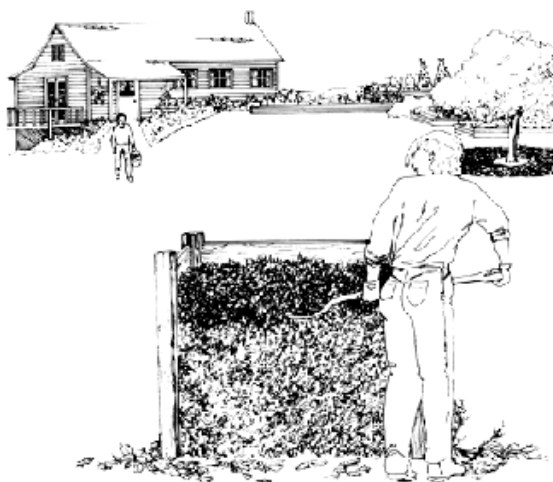
Sõelumine

Kompostimaterjali sõelumiseks kasutatakse ketas- ja trummelsõelu. Komposti sõelumisel laialdasemalt kasutatav sõelatüüp on trummelsõel, kuna see sobib ka niiske materjali sõelumiseks.

1.2.1.4 Väike- ehk koduskompostimine

Seda meetodit on sobivaim rakendada maakodudes, eramutes, aiandusühistuis ja hõredama asustusega aedlinnades. Majas ja aias tekkivaid mitmesuguseid orgaanilisi jäätmeid on otstarbekas kompostida ning kasutada mulla parendamiseks ja väetamiseks. Aia- ja majapidamisjätmeid peaks kompostima koos. Kodus kompostimisega saab majaomanik prügiveokulusid märgatavalt vähendada.

Kõige lihtsam ongi rajada kompostihunnik. Kuid selleks, et kompostimiskeskkond oleks soodus ja aed nägus ning kompostimisprotsess kiirem, on soovitatav teha kompostihoidla või osta komposter.



Koduskompostimine

Kompostihunniku laius võiks olla 1,2-1,5 m, pikkus oleneb materjali hulgast. Talvel peaks külmumise vältimiseks hunniku maht olema vähemalt 1 m³. Kui soovitakse, et protsess jätkuks ka talvel, tuleb hunnik soojustada. Kompostihunnik peaks olema varjatud kohas ja kaitstud otsese päikesekiirguse eest (vältimaks suvist läbikuivamist). Et õhk liiguks, peab hunniku põhja panema kihi koredat materjali (oksi, taimevarsi). Edasi peaksid süsiniku- ja lämmastikurikka materjali kihid vahelduma umbes 10 cm kihtidena .

Hästi hooldatud aeda sobib paremini kompostihoidla. Hoidla põhi on soovitatav teha metallvõrgust ja tõsta maapinnast veidi kõrgemale — see kindlustab hea tuulutuse. Kõõgijäätmed meelitavad ligi kärbsed, närilisi ja linde, seetõttu kõlbab nende jaoks kõige paremini kinnine kompostikast. Kompostikast tehakse kestvast materjalist, näiteks kõvast plastist, plekist, veekindlast vineerist või jäigast vahtplastist. Kasti kaanes on võrguga kaetud tuulutussava, kasti külgedes väikesed avad, millest närilised sisse ei pääse.

Kõige mugavam on osta komposter. Kompostrid on enamasti taaskasutusplastist ning sageli soojustatud kerega, et protsess külmaga ei lakkaks. Põhi on selline, et õhk pääseb sisse, kahjurid aga mitte. Kompostimise kiirendamiseks on müügil ka juuretiseksid.

Kompostrit täidetakse üla- ja tühjendatakse alaluugist. Ülalt lisatud jäätmed peavad jõudma laguneda enne, kui nad tühjendusluugini vajuvad. Kompost valmib 3-5 nädalaga, järelkult peavad selle aja jooksul tekkivad jäätmed kompostrisse ära mahtuma.

Kompostri või korralikult tehtud kompostikasti võib panna maja lähedale, kaevust peaks ta jääma vähemalt 15 m eemale. Kui kõõgijäätmekompostril on välisõhuga ühendatud tuulutustoru ja perforeeritud põhja all turba või saepuruga täidetud nõrgvedelikuvann, võib see olla garaažis või muus hoiuruumis. Pisikompostreid, milles bioprotsesse kiirendatakse vihmausside abil (vihmausskompostimine), on võimalik paigutada ka siseruumidesse.

Väikekompostimist on mõeldav rakendada ka kõrgtiheda asustuse korral. Sel juhul peaksid kompostrid olema varustatud automaatseuritega ning paiknema keldris, lukustatavas kuuris või jäätmejaamas.

Kuna keskse kompostimisettevõtte rajamine on kulukas ettevõtmine, on omavalitsustel kasulik koduskompostimist soodustada, varustades eramajapidamisi vajaliku teabe ja parajalt suurte komposteritega kasvõi omal kulul.

1.2.1.5 Vaalkompostimine

Vaalkompostimine on lihtsaim kompostimisvõte, mille puhul ladustatakse segatud ja peenestatud jäätmed vaaludesse, mida aeg-ajalt ümber pööratakse. Selle tehnoloogia puhul kasutatakse tavaliselt mitmesuguseid abiseadmeid – näiteks peenestamismasinaid, pöördsõelu, segamismasinaid, vaalupöörajaid ja kopplaadureid.

Harilikult asetsevad vaalud lahtise taeva all. Külmema kliimaga paikkondades ja ebameeldiva lõhna levimise vältimiseks on siiski võimalik hoida jäätmevaale ka siseruumides. Sellisel juhul on kompostimisprotsess kergemini juhitud (niiskus, temperatuur ja kompostimise aeg on kontrollitavad). Ühtlasi tähendab see, et ka kompostimisettevõtte on märksa keerulisem ja vajalikud investeeringud tunduvalt suuremad.



Antud meetod on kõige aeglasem suuremahulise komposti tootmise viis. Kompostimismaterjal paigutatakse pikkadesse vaaludesse, mis on reeglina 1,5-3 m kõrged, 3-6 m laiad ning 100 m või enam pikad.

Vaalud võivad olla otse pinnasel või sillutatud alal. Vähendamaks võimaliku nõrgvee pinnasesse imbumise riske oleks otstarbekam paigutada vaalud vett mitteläbilaskvale asfaltväljakule, mis oleks varustatud äravoolutorustikuga sade- ning nõrgvee juhtimiseks heitveepuhastile või mõnda lokaalsesse käitlussüsteemi, näiteks ühtlustusmahutisse koos pinnasefiltriga. Saju- ja nõrgvete äravoolukaevud või rennid tuleb väljakule

paigutada nii, et need ei jääks vaalude alla. Nii on toimitud ka Tallinna Prügilas.

Vaalkompostimiseks vajaliku maa suurus sõltub käideldavate materjalide hulgast. Tavaliselt piisab materjali käitlemiseks ja vaalude rajamiseks ühest laadimisseadmest. Vaalude mehaaniliseks õhutamiseks kasutatakse väiksemateks tegevusteks mõeldud laadurit või spetsiaalset kompostimisvaalu ümberpöörajat. Jäätmed jäävad vaaludesse 6–8 kuuks. Esimese paari kuu jooksul pööratakse ja niisutatakse materjali sageli, et tagada kompostimise jaoks vajalike tingimuste olemasolu. Seejärel kompost küpseb mõni kuu. Pärast seda materjal sõelutakse, et kõrvaldada lagunematud osised ja see osa materjalist, mis ei ole täielikult kompostitud.

Vaalkompostimisel saab käidelda aiandus- ja toidujäätmeid, paberit ning reovee setet. Tavaliselt koosneb kompostimisele minev materjal 90 kaaluprotsendi ulatuses jäätmetest ja 10 kaaluprotsendi ulatuses struktuurset täitematerjalist. Valminud komposti kaal on tänu vee aurustumisele ja CO₂ eraldumisele ligikaudu ainult 40% esialgse materjali kaalust. Umbes 5–10% materjalist eraldatakse kui kompostimiseks kõlbmatu ja suunatakse kõrvaldamiseks prügilatesse. See jääk koosneb kividest ja ebaõigesti sorteeritud materjalidest.

Lõppsaadust on võimalik kasutada haljastuses või põllumajanduses multši ja mulla-parendajana.

Peamine kompostimisrajatistega seotud keskkonnakaitseprobleem on raskemetallide sisaldus kompostimise lõppsaaduses. Põllumajanduslikel maadel kasutatava komposti ja muda raskemetallide sisaldust käsitlevad eeskirjad on viimase kümne aasta jooksul karmimaks muutunud ning EL on kehtestamas kompostistandardit, millest võib kujuneda uus direktiiv. Lubatud piirväärtuste vähendamine sunnib omavalitsusi ja tootjaid raskemetalle eemaldama enne jäätmete töötlemist, võttes näiteks kasutusele majapidamisjäätmete sorteerimise nende tekkekohas.

Soojematel aastaegadel võivad probleeme tekitada lõhnad ja putukad. Samas hästi õhutatud ja korralikult segatud kompostimishunnikust ei tohiks levida ebameeldivaid lõhnu. Sellistele ebamugavustele tuleb tähelepanu pöörata, sest need võivad osutada protsessi ebaõigele kulgemisele. Parim võimalus kohalikke elanikke sellistest ebameeldivustest säästa on paigutada kompostimisrajatised inimelamutest kaugemale ja/või langetada valik siseruumides toimuva protsessi kasuks.



Kompostimisvaalud sisetingimustes

Sisetingimustes kompostimisviisiga seotud töö tervishoiunõuded on seotud peamiselt tööseadmete ja kompostitava orgaanilise ainega kokkupuutumisest tulenevate mõjudega inimese tervisele (toodud fotol on näha ruumi ülaosa täitev tolm ja gaasid). Kompostimisjaama töötajad peavad saama seadmete kasutamise alast koolitust. Vajadusel peavad töötajad kasutama kindaid, kaitseprille, kõrvaklappe ning respiraatoreid.

Vaalkompostimisviisi positiivsed aspektid:

- hõlpsasti rajatav ning opereeritav;
- võimalik käidelda suuri jäätmekoguseid;
- väikesed rajamiskulud;
- nõuab vähem seadmeid ning tegevusi kui teised kompostimisviisid;
- väikesed käitamiskulud.

Vaalkompostimisviisi negatiivsed aspektid:

- kompostimisvälja rajamiseks on vaja suhteliselt palju maad;
- meelitab närilisi ligi;
- tekitab sageli ebameeldivat lõhna;
- leha ja nakkusekandjate tõttu vajab suurt puhvertsooni;
- sõltuvalt suurusest võib vajalik olla tegevus- ja keskkonnalubade olemasolu;
- sadeveed vajavad käitlemist;
- vihmastes või liigniisketes tingimustes võib protsess muutuda anaeroobseks.

Vaalkompostimisjaama rajamis- ning käitamiskulud sõltuvad selle asukohast. Käitamiskulud sõltuvad otseselt käideldava materjali hulgast. Lisa toormaterjalide kasutamine, nagu paber ja segatud olmejäätmed, vajavad ka lisainvesteeringuid ning tööjõudu. Rajamiskulude hulka arvestatakse kompostimisaluste, peenestamismasina, komposti segamismasina, pöördsoela, kopp-laaduri, vaalu ümberpööraja ja kontori ehitamise maksumust.

1.2.1.6 Aunkompostimine (kompostimine staatilistes vaaludes)

Aunkompostimine on protsess, mille käigus lagundatakse bioloogiliselt orgaaniline materjal ning hävitatakse selles olevad patogeenid. Lõppsaadus sobib multšiks, mulla väetiseks või parendajaks. Selle meetodi puhul sobivad kompostimiseks aiandus-, toidu-, paberi- ja olmejäätmed ning reoveesetted. Antud kompostimismeetodit võib rakendada nii väli- kui ka sisetingimustes. Antud meetod on levinuim tööstuskompostimisviis. Vaalkompostimisest erineb aunkompostimine protsessi lihtsuse poolest. Aunkompostimisel võivad aunad asuda üksteise suhtes erinevatel kaugustel ning segamisel võib aunad tõsta teise kohta ning segada saab tavalise kopplaaduriga. Vaalkompostimisel on vaalud paigutatud kindlate vahemaadega, ning segamiseks saab sel juhul kasutada vaid spetsiaalset vaalusegajat.



Kompostimisaun Tallinna Jõelähtme prügilas

Kogu protsess algab toormaterjalide kogumise, käitlemise ning ladestamisega, millele järgneb materjalide segamine ning kompostimishunnikute konstrueerimine. Kompostmaterjalide kiiremaks lagunemiseks tuleb need läbi sõeluda ning peenestada ühesuurusteks osisteks. Tasakaalustatud komposti segu peaks sisaldama 25-30 osa süsinikurikkaid ning 1 osa lämmastikurikkaid materjale. Toormaterjalid paigutatakse peale segamist lagunemiseks aunadesse.

Aunkompostimine viiakse tavaliselt läbi vett mitteläbilaskval asfaltväljakul (tavaliselt 2 kihiline asfaltkate 50+50mm), mis on varustatud äravoolutorustikuga nõrgvee juhtimiseks heitveepuhastile või mõnda lokaalsesse käitlussüsteemi, näiteks ühtlusmahutisse koos pinnasefiltriga. Saju- ja nõrgvete äravoolukaevud või rennid tuleb väljakule paigutada nii, et nad ei jääks kompostiaunade alla.

Kompostitavate jäätmete purustamiseks ja tugiainega segamiseks kasutatakse tavaliselt rataslaadurile paigaldatavat sõelkoppurustit, mille abil saab teha ka aunad.

Loomuliku õhustusega aun on väike ja mass aeroobsena püsimiseks kore (õhuline), siis komposti ei segata ega õhustata. Mida koredam mass, seda suurem võib olla aun, kuid see ei tohiks olla nii kõrge, et ta omaenese raskuse tõttu liiga tihedaks vajub. Tavaliselt tuleb aunasid õhustamiseks veel segada: mida sagedamini segatakse, seda kiirem on protsess. Segatakse käsitsi, traktori või erilise kombainiga. Hästi õhustatud aunades kompostitavad jäätmed lagunevad 6-10, sooja ilmaga isegi 2-3 nädalaga.

Sundõhustatavate aunade õhustamiseks pannakse aunade sisse või alla sissepuhke- või väljatõmbetorustik. Õhku antakse juurde pidevalt või vahelduvalt. Et komposti ei ole vaja segada, võib auna asemel teha tüsedat madratsikujulise kompostimispeenra. Maad ja tööjõudu kulub siis vähem.



Aunade kõrgus on reeglina 1,5-2,5 m, laius 3-6 m ning pikkus 30-40 m (pikkus pole määratud, võib olla pikem või ka lühem). Iga kompostimishunniku all asetsevad perforeeritud torud. Kitsamates aunades kasutatakse ühte õhustuskanalit ja laiemates kahte või kolme kanalit. Aunad kujundatakse ristlõikelt kuhjakujuliseks, et sajuvesi saaks valguda ilma takistuseta katte pealt maha. Iga õhutamissüsteemi toru on ühendatud puhuriga, mis suunab läbi torustiku hunnikusse õhku (sissepuhkeõhustus). Vastupidise protsessi ehk väljapuhkeõhustuse korral, on võimalik bioloogilise filtreerimise teel ebameeldivate lõhnade levikut vältida. Tavaliselt on torud kaetud hakkepuiduga, mis soodustab õhu ühtlast

levimist komposti hunnikus. Kompostimisseguga paigutatakse hunnikuid moodustades hakkepuidu kihile. Hunnikud kaetakse tavaliselt kompostimisseguga isoleerimiseks valmis komposti kihiga. Kompostimisauna sisemist temperatuuri reguleeritakse õhutamisega, eemaldades üleliigset soojust. Samas võib aunast üleliigset soojust eemaldamisel sissepuhkeõhustusega tekkida raskusi nõuetekohase temperatuuri säilitamisega torude ligidal.

Tagamaks mikroorganismidele optimaalsed tingimused, tuleb hapniku, temperatuuri ja niiskuse taset säilitada kindlates vahemikes. Aeroobse lagunemise puhul on äärmiselt vajalik, et kompostimishunnikusse jõuaks piisavalt hapnikku. Juhul kui aeroobne lagunemine muutub hapniku vähesuse tõttu kompostis anaeroobseks, kaasneb sellega ebameeldiv lõhn. Kompostimisel tekkiv soojus peab olema piisavalt kõrge, et hävitada selles olevad patogeensed ning umbrohuseemned, kuid samas piisavalt madal, et mitte ohustada vajalikke mikroorganisme (ligikaudu 60-65°C). Kompostitav materjal peab olema niiske, kuid mitte märg. Kuna auna ümberpööramisele niiskus lendub, tuleb komposti peale pööramist taas niisutada. Sundõhustusega auna reeglina ei segata.

Kompostimise algjärgus peab aunasid segama 1-2 nädala järel. Kui auna siseosad satuvad anaeroobsesse olukorda, on tõenäoline, et aunade segamisel tekib keskkonnale märkimisväärsed haisuprobleemid. Kompostimise edenedes võib segamistihedust vähendada. Kompostiks muutumise üldajaks on Soome ilmastikuoludes 1 aasta.

Aunkompostimise keskkonnakahjude vähendamiseks on Euroopas mõne aasta eest võetud kasutusele kompostiaunade katmiseks aunakile. Eesmärgiks on hoida kontrolli all kompostimisel tekkivaid lõhnu, niiskust ja kaitsta auna sademete mõju eest. Valmis aunade peale paigaldatakse aunakate ja katte ääred kinnitatakse raskuste abil. Kompostimisprotsessi jälgitakse mõõtes massi temperatuuri ja hapnikusisaldust. Mõõtmiste jaoks pistetakse aunadesse mõõttandurid, mis ühendatakse arvuti poolt juhitava juhtimisüksusega. Aunade õhustust reguleeritakse hapnikusisalduse järgi. Kui hapnikutase langeb seatud tasemest

madalamale, käivitab juhtimisüksus õhupuhuri ja kui temperatuur langeb seatud tasemest madalamale, peatab selle. Aunakatte tööpõhimõtteks on ära hoida suuremolekuliste gaaside ja vee väljapääs. Kate sõelub gaasimolekule suuruse järgi - lastes läbi näiteks veeauru kuid piirates väävelvesiniku läbipääsu. Sajuvee läbipääsu takistab vee suur pindpinevus. Haisugaaside läbipääsu piirab lisaks molekulide suurusele ka katte alapinna ja kompostimassi vahele moodustuv veekile, mis seob endaga osa haisuühendeid.

Komposti struktuur muutub kiiresti. Ühe-kahe päevaga tõuseb temperatuur välistemperatuurist kuni 50 kraadi kõrgemaks ning on neljandal päeval juba 60-70°C. Ebameeldiv lõhn kaob 6-7 päevaga. Protsessi lõpus hakkab kompost jahtuma ning selle võib lugeda valminuks, kui temperatuur on langenud 45-50°C-ni. Valmis kompost on peaaegu must. Samas värvi järgi ei saa komposti küpsust ainult hinnata, sest see muutub tumedaks ammu enne valmimist. Kompost on valmis siis, kui selle hoidmisel ei teki halba haisu isegi mitte niiske ilmaga.

Orgaaniliste jäätmete kompostimine vältab reeglina 6–8 kuud, misjärel hunnikud lükatakse laiali ja kuhjatakse taas kokku järelvalmimishunnikusse, kus kompost lõplikult laagerdub ning kuivab. Selline tegevus muudab komposti bioloogiliselt stabiilseks ning selle edasisel hoiustamisel ei teki ebameeldivat lõhna. Valmis kompostiaun ei vaja väga palju õhku ja selle võib teha kõrgusega 2,5-3 m. Komposti kvaliteedi tõstmiseks võib seda peale kuivatamist veelkordselt läbi sõeluda.

Juhul kui kompostimisel ei kasutata liha ega muid loomseid jäätmeid, võib lõppsaadust pidada võimalike patogeenide ning haigustekitajate puudumise tõttu inimesele ohutuks. Komposti ümberpööramise (segamise??) käigus on töötajatel soovitatav kasutada maski või respiraatorit, vältimaks bakterite või kompostimisel tekkiva tolmu sissehingamist.

Aunades kompostimise positiivsed aspektid:

- Loomuliku õhutusega aunades on kompostimine suhteliselt odav ning seda on lihtne kontrollida;
- protsess pole kapriisne ning sobib igat sorti jäätmetele;
- lõppsaadus valmib keskmiselt kolme nädalaga;
- väljapuhkeõhustusega süsteemi kasutamisel võib vaid biofiltri materjal sisaldada ebameeldivat lõhna;
- meetodi rakendamine sisetingimustes vähendab näriliste ligipääsu võimalust;
- sundõhustatavates aunades kompostimise protsessi saab automatiseerida ning tööjõudu kulub vähe, ühtlasi pole vaja kalleid segamismehhanisme;
- kompostimistingimusi pidevalt kontrollides on võimalik toota kõrge kvaliteediga ning turustamiseks sobilikku komposti.

Aunades kompostimise negatiivsed aspektid:

- kompostimine loomuliku õhustusega aunades on aeglane ning energia- ja töömahukas. (aunad võtavad palju ruumi, komposti peab tihti läbi segama, vaja läheb suurt kõvakattega platsi ja segamisseadmeid, külmaga protsess aeglustub);
- komposti kvaliteet on ebaühtlane: osa orgaanilistest jäätmetest ei lagune, sest temperatuur aunas ei ole ühtlane, nõrgvesi ja lagugaasid võivad põhjustada keskkonnaprobleeme;
- sundõhutuse puhurid on kallid ning nendele on vaja hoonet ning elektrivarustust;

- sundõhutus kulutab palju energiat, energia kokkuhoidu andvad mõõteandurid ja arvutijuhtimine on omakorda kallid;
- sisse- või väljapuhketorustik vajab pidevat hoolt, et vältida nende ummistumist (ummistunud torud vähendavad meetodi efektiivsust).

1.2.1.7 Reaktorkompostimine

Kompostimine reaktoris on protsess, mille käigus orgaaniline materjal laguneb aeroobselt. Protsessis tekib soojus ning lõppsaadusena stabiilne kompost, mida saab kasutada multsi, mulla väetise või parendajana. Reaktorkompostimine sobib suure hulga orgaaniliste jäätmete (aiandus- ja toidujätmed, reovee sete, sorteerimata orgaanilised jäätmed ning vanapaber) kiireks lagundamiseks peamiselt seal, kus aunade jaoks ei jätku maad.



Orgaanilised materjalid lagunevad reaktoris optimaalsetes tingimustes. Võrreldes teiste kompostimeetoditega on reaktorkompostimisel vaja keerulisemat tehnoloogiat tagamaks hapniku ja temperatuuri täpset kontrolli. Reaktormetodit on otstarbekas kasutada jäätmete puhul, mis on välitingimustes lagundamiseks vähem sobilikud ning seotud ebameeldiva lõhna tekkimise riskiga. Anaeroobses süsteemis tekkivat biogaasi on võimalik rakendada

energiatootmises.

Reaktorkompostimine sobib suure hulga orgaaniliste (sh sortimata jäätmete) kiireks lagundamiseks. Kompostitav mass segatakse, õhustatakse, niisutatakse ning soojendatakse kinnises reaktoris. Protsess algab kohe ja suurem osa orgaanilist ainet laguneb 7-10 päevaga. Ehkki kompostimine reaktoris päris lõpuni ei jõua, on suurem osa orgaanilistest ainest lagunenud ning tervist ei ohusta. Kompost pannakse mõneks ajaks aunadesse laagerduma.

Kompostimisel on kasutuses erinevad reaktorid, mis erinevad üksteisest peamiselt segamisviisi poolest: kamber-, trummel-, torn- ning tunnelreaktorid. Tornreaktoril võib olla nt 6 korrust (nii mitu, kui palju päevi on vaja komposti valmimiseks) ning kompostitav mass langeb iga päev korruse võrra allapoole. Ühekambriine kompostimisreaktor on ehituselt lihtsam, kuid soodsat keskkonda on selles keerukam hoida. Trummelkompostis segab massi aeglaselt pöörlev trummel.

Reaktorkompostimist peetakse ohutumaks kui kompostimist vaaludes või sundõhutusega aunades. Reaktoris on võimalik kompostida erinevaid segusid, sõltuvalt sellest, milline toore on kõige kättesaadavam. Tagamaks kompostitava materjali kiiret lagunemist, eraldatakse sellest enne reaktorisse paigutamist käsitsi või sõelumisel bioloogiliselt mittelagunevad osad, misjärel orgaanika peenestatakse ühtlaseks massiks. Süsiniku ja lämmastiku tasakaalu saavutamiseks kompostmaterjalis kasutatakse kopplaadurit, pöördsõelu, konveierit või spetsiaalset komposti segamismasinat.

Komposti kiire lagunemise puhul on vaja tagada optimaalsed tingimused mikrobioloogilisele tegevusele. Kompostimisreaktori sisemine temperatuur peab olema piisavalt kõrge hävitamiseks patogeene ja umbrohuseemneid, kuid samas piisavalt madal säilitamiseks mikroorganismide aktiivset tegevust. Kompostimissegude õhutamisüsteem sõltub konkreetse reaktorkompostimise meetodi valikust. Tavaliselt viiakse komposti õhku spetsiaalsete puhuritega, kusjuures õhk suunatakse reaktori põhjast läbi komposti. Õhuga varustamine toimub spetsiaalse torustiku või komposti all oleva siibri kaudu. Puhurid hakkavad automaatselt tööle kas kindlaksmääratud komposti temperatuuri korral või regulaarselt mingi kindla intervalliga. Reaktoris oleva komposti temperatuuri reguleerimine toimub õhutamisüsteemi kaudu (kui süsteem töötab - komposti temperatuur langeb, väljalülitatud olekus temperatuur jälle tõuseb). Kuna protsessis tekkiv õhk kogutakse kokku ning käideldakse, ei levi meetodi kasutamisel ebameeldivat lõhna.

Tunnelkompostid on soojustatud ja suletud, tavaliselt betoonist tunnelid, kuhu puhutakse õhku põrandas olevate avade kaudu. Kompostigaasid imetakse tunneli ülaosa kaudu välja. Tunnelite täitmine ja tühjendus toimub tunneli otstes olevate uste kaudu. Tavaliselt tunnelkompostimisjaamas tehakse tunneli täitmis- ja tühjendustöö kopplaaduriga. Mõnedes suuremates jaamades, kus käideldakse biojätmeid mitmeid kümneid tuhandeid tonne aastas, kasutatakse tunnelite täitmisel ja tühjendamisel konveiereid.

Tunnelkompostimisjaamas kasutatav tugiaine peab olema piisavalt suuretkiline, et õhustusõhk saaks tungida läbi kompostmassi. Tavaliselt kasutatakse puidu- või haohaket, mille tüki suurus on keskmiselt 50 mm. Turvast kasutatakse sette kompostimisel niiskuse sidumiseks, kuid kompostimassi õige struktuuri saavutamiseks kasutatakse haket.

Tunnelkompostimisjaamade eeliseks on mehaaniline töökindlus. Täiendavalt saavutatakse tunnelites suhteliselt lihtsalt kõrge protsessitemperatuur. Protsessi suurimaks probleemiks on komposti ebahülgus. Tunnelis moodustub kompostimassile kihiline struktuur, kus massi temperatuur ja niiskus kõiguvad suurtes piirides. Probleemi saab leevendada väiksemate kihipaksustega, kompostimassi kastmisega ja tihendades kompostimassi segamist. Tunnelkompostimisjaamades suurimaks probleemiks on ebahülgaselt valminud kompostimassi poolt põhjustatav hais järelkompostimise ajal. Hais on tingitud kompostimistunneli (juhul kui seda kohe piisava koguse kompostimismaterjaliga ei täideta) järkjärgulisest täitmisest jaama siseneva kompostimismaterjaliga. Sellest tulenevalt võib järelvalmimisaunadesse sattuda veel valmimisjärgus komposti, mis levitabki haisu.

Trummelkompostid on ümber oma horisontaaltelje pöörlevad soojustatud terrasilindrid. Õhustamist teostatakse tavaliselt trumli otsaäärikute kaudu trumli vabasse õhuruumi ja puhudes õhku läbi trumli kesta paigaldatud otsikute kaudu. Kompostimassi õhutamine toimub nii trumli pöörlemise ajal kui ka seistes. Pöörlemise ajal kompostimass seguneb ja liigub trumli sees edasi. Trummelkompostimisjaamades kasutatakse trumlite täitmisel ja tühjendamisel konveiereid. Mõnedes jaamades tehakse ka biojätmete eelkäitlus ja tugiaine etteanne konveieritega.

Trummelkompostimises võib kasutada peenemat tugiainet kui tunnel- või aunkompostimises, mille eeliseks on ühtlasema kvaliteediga kompostimass ja parem niiskusesidumisvõime.

Trummelkompostimisjaamade suurimaks probleemiks on olnud erinevad mehaanilised vead ja korrosioon konveierites ning trumlite tugirastikus ja pööramisseadmetes. Ka kompostimassi liigne tihenemine pöörlemise ajal võib põhjustada seda, et

protsessitemperatuur jääb suhteliselt madalaks. Trummelkompostimise eeliseks on kompostimassi ühtlane kvaliteet, mil hügieenilisuse saavutamine on hästi juhitud ja haisuprobleemid järelkompostimisel ei ole märkimisväärsed.

Trummelkompostimisjaamad on tavaliselt projekteeritud nii, et kompostimine käivitatakse trumli, kus mass muudetakse hügieeniliseks, misjärel kompostimist jätkatakse aunkompostimisena toimuva järelvalmimisega. Nii on kompostmaterjali viibimisaeg suletud protsessis suhteliselt lühike ca 1-2 nädalat.

Reaktorkompostimismeetodi positiivsed aspektid:

- protsess on kiire, hästi juhitud ja kontrollitav ning hügieeniline;
- meetod vajab vähem tööjõudu kui teised kompostimisviisid;
- seadmete jõudlus on suur ning komposti kvaliteet ühtlane;
- mõned reaktorkompostimise tehnoloogiad on piisavalt paindlikud, et kasutada erinevaid tooraineid;
- lagugaase saab koguda ja puhastada ning samuti saab ära kasutada tekkivat kompostisoojust.

Reaktorkompostimismeetodi puudused:

- kompostimisreaktorid on kallid ning protsess energiamahukas;
- heitõhk tuleb filtreerida;
- töötajad vajavad spetsiaalset väljaõpet;
- protsessi peab pidevalt kontrollima ja hooldama;
- komposti järelvalmimiseks on vaja palju ruumi.

1.2.2 Jäätmete anaeroobne biokäitlus

Anaeroobset protsessi kasutatakse laialdaselt kohalikest reoveepuhastitest pärit orgaaniliste jäätmete bioloogiliseks stabiliseerimiseks. Anaeroobse protsessi käigus lagundatakse orgaaniline mass hapnikuvaeses keskkonnas (metaankääritamise käigus) bakterite poolt stabiilseks kompostiks, metaaniks ning süsinikdioksiidiks.



Anaeroobne kompostimine

Suur jäätmehunnik on pigem anaeroobne kui aeroobne. Anaeroobne lagunemine algab iseenesest, selle käigus ei eraldu soojust ning suhteliselt aeglast protsessi saab segamise ja soojendamisega kiirendada. Temperatuuri võib hoida mesofiilses või termofiilses vahemikus. Protsess aeglustub, kui temperatuur on alla 35 või üle 60 kraadi. Termofiilset vahemikku eelistatakse sellepärast, et kõrgemal temperatuuril tõvestavad bakterid ja umbrohuseemned hukkuvad kiiremini. Käärimisel eraldub biogaas — süsihappegaasi ja metaani segu. Biogaasi saab koguda ja kasutada. Gaasi tuleb koguda ja põletada isegi siis, kui selle energiat ei ole otstarbekas kasutada.

Anaeroobset biokäitlusmeetodit efektiivselt kasutades on võimalik toota metaani kujul piisavalt energiat, et kogu süsteemi käitada ning seda gaasi või elektrienergia kujul edasi müüa. Tavalised kompostimismeetodid seevastu kulutavad õhutamisel või vaalude ümberpööramisele palju elektri- ja mehaanilist energiat.

Anaeroobseid tingimusi on kõige lihtsam luua kaevandis, õhukindlalt kaetud kuhjas või reaktoris. Kompostimistehnoloogia valik sõltub jäätmete niiskusest. Vedeljäätmeid (nt reoveeset) saab kääritada metaantankis. Protsess kestab 15-20 päeva ning setet tuleb pidevalt soojendada ning segada. Metaankääritusseadmed on keerulised ning reaktorite kütmiseks kulub palju energiat. Jäätmed ja reoveesete segatakse umbes 10% kuivainet sisaldavaks seguks, mida saab kääritada tavalises metaantankis. Sel juhul on käärimissaadused vedelad ning need tuleb tahendada. Jäätmete korral, mis sisaldavad 35-40% kuivainet, on vaja erilist segamis- ja laadimisseadmetikuga reaktorit.

Kasutatakse erinevaid anaeroobseid käitlusviise. Üheastmelistes lagundamisreaktorites toimub kogu protsess ühes õhukindlas konteineris. Algul toormaterjal peenestatakse, siis lisatakse sellesse vett ja kompostimist soodustavaid aineid ning paigutatakse konteinerisse. Üheastmelise protsessi korral võib konteiner olla varustatud spetsiaalse segistiga, mis pidevalt segab vedelat kompostimismassi.

Kaheastmeline lagunemisprotsess koosneb tsirkuleerivast esimese astme lagunemisel tekkinud setteveest, mis sisaldab teise astme lagunemiseks mõeldud aineid. Tsirkulatsiooni korral pole spetsiaalseid segisteid vaja ning ühtlasi operaatoril on lihtsam hoida bioloogilist protsessi kontrolli all.

Olmejäätmeid bio-gaasistatakse tavaliselt ka vanades prügilates, kus on piisavalt ladestatud prügi. Majanduslikult otstarbekaks peetakse vähemalt 10 meetri paksust kihti vertikaalselt paigaldatava gaasitorustiku jaoks ning küllaldast pindala. Meil on selline kihipaksus saavutatav vaid Tallinnas.

Bio-gaasistada võib ka aunades. Olmejäätmed kuhjatakse biogaasistamiseks suurde auna, mis kaetakse kilega ning jäetakse paariks aastaks laagerduma. Aunas toimuvad samad protsessid kui prügilademes, nad on aga paremini kontrollitavad ja kulgevad kiiremini. Biogaas pumbatakse kile alt välja ja kasutatakse ära. Kui gaasi enam ei tule, eemaldatakse kile ning aun aetakse laiali.

Anaeroobselt biokäideldavate jäätmete eeltöötlemine

Anaeroobsele biokäitlusele eelneb materjali eeltöötlemine, milles sisaldub:

- biotöötluksel mitte lagunevate materjalide (materjalid, mis ei võta protsessist osa ja protsessi läbiviimisel lihtsalt võtaksid reaktoris ruumi) välja sorteerimine;
- jäätmete purustamine sobiva tükisuuruse saamiseks;

- kääritusjäägi kvaliteeti ohustavate materjalide eemaldamine toitesegust.

Eeltötlusprotsesse on erinevaid, sobiv valik sõltub hindadest, toitematerjali koostisest ning anaeroobse protsessi läbiviimise tehnoloogiast.

Olmejäätmete eeltötlus sisaldab taaskasutatavate ja bioloogiliselt mittelagunevate materjalide väljasorteerimist. Jäätmeid võib koguda elanikelt juba sorteeritult või sorteerida mehhaaniliselt koha peal.

1.2.2.1 Anaeroobset protsessi mõjutavad tegurid

Olulise tähtsusega parameeter anaeroobsel jäätmete käitlemisel on mikroorganismide kasvu kiirus. Protsessi parameetreid tuleb pidevalt jälgida, et tõsta mikrobioloogilist aktiivsust ja süsteemi anaeroobse töötamise efektiivsust.

Jäätmete koostis/lenduvad tahked osakesed

Jäätmed, mida on võimalik anaeroobselt töödelda võivad sisaldada biolagunevat orgaanilist fraktsiooni, põlevat ning inertset fraktsiooni. Biolagunev orgaaniline fraktsioon koosneb toidu- ja köögijäätmetest, murust ja puidujäätmetest. Põlev fraktsioon sisaldab aeglaselt lagunevat ligniini ja tselluloosi sisaldavat orgaanilist ainet nagu näiteks toores puit, paber ja kartong. Selline materjal ei lagune anaeroobsetes tingimustes, seega sobib paremini otseseks põletamiseks. Inertne fraktsioon sisaldab kive, klaasi, liiva, metalli jne. Inertne fraktsioon tuleks enne anaeroobset töötlust eemaldada, kuna see võtab liigselt ruumi ja soodustab seadmete kulumist. Hästi sobivad anaeroobseks töötamiseks biolagunevat orgaanikat sisaldavad jäätmed nagu näiteks reoveemuda ja loomade väljaheidet. Jäätmete koostisest sõltub biogaasi saagikus, kvaliteet, aga samuti komposti kvaliteet.

pH tase

Anaeroobsed bakterid on tundlikud happelisele keskkonnale, kus nende kasv aeglustub. On kindlaks tehtud, et optimaalne pH vahemik anaeroobsel töötusel on 5,5–8,5. Anaeroobse töötamise käigus toimub kaks protsessi: hapestumine ning metaani tekkimine, mis nõuavad erinevaid pH tasemeid optimaalseks protsessi kontrollimiseks. Hapestumine võib tekitada orgaaniliste hapete akumulatsiooni, mis viivad pH taseme alla 5. Liigne hapete teke viib metaani tekke aeglustumisele. pH taseme reguleerimiseks viiakse protsessi lubjakivi või taaskasutatud filtraati, mida saadakse jääkide töötlemisest. Filtraadi taaskasutamine võib isegi elimineerida lubjakivi kasutamise vajaduse. Kui töötlus jõuab metaani tekkimise staadiumi, tõuseb ammoniaagi kontsentratsioon ja pH tase võib tõusta üle 8. Kui metaani formuleerimine on stabiliseerunud jääb pH tase 7,2 ja 8,2 vahele.

Temperatuur

Optimaalseid anaeroobseid käitlustingimusi metaani tekkeks pakub kaks temperatuurivahemikku – mesofiilne ja termofiilne (lahti seletatud aeroobse töötamise juures).

C:N suhe

Anaeroobseks töötamiseks optimaalne C:N suhe on vahemikus 20–30. Kõrgema C:N suhte korral tarbivad metanogeenid (bakterid) kiirelt lämmastiku ära, mille tulemusena tekib vähem gaasi. Väiksem C:N suhe tekitab ammoniumi akumulatsiooni ja pH taseme üle 8,5, mis on toksiline metanogeenidele. Optimaalsed C:N suhted saavutatakse lagundatavate

materjalidega, millel on kõrged ja madalad C:N suhted, näiteks orgaanilised tahked jäätmed segatuna heitvee mudaga või loomade väljaheidetega.

Töötusaeg

Anaeroobse töötuse protsesside lõpuleviimiseks vajalik aeg varieerub sõltuvalt tehnoloogiast, protsessi temperatuurist ja jäätmete koostisest. Viiteaeg jäätmetele, mida töödeldakse mesofiilses reaktoris varieerub 10-st 40 päevani. Protsessi läbiviimisel termofiilsete tingimustega reaktorites, on viiteaeg 12- 14 päeva.

Segamine

Segamise eesmärgiks on värske materjali segunemine töötuseks vajaminevate mikroobidega. Segamine ennetab saastumise tekkimist ning väldib temperatuuri tõusu reaktoris. Liiga kiire segamine omakorda võib häirida bakterite tegevust, seega on eelistatum aeglane segamine. Segamiseks kasutatavad seadmed ning segamissagedus varieerub sõltuvalt reaktori tüübist ning jäätmete koostisest.

Kompost

Anaeroobse töötusprotsessi lõppedes jääb järele jääk, millest filtreeritakse välja vesi ning filtrikook töödeldakse aeroobselt kompostaunades, et tekiks komposti.

OLR (orgaanilise aine toite kogus (*ingl. organic loading rate*) / lendosaderikas tahke aine (VS)

OLR on anaeroobse käärutuse bioloogilise töötusvõime mõõt. See näitab protsessi toimimiseks vajalikku orgaanilise aine kogust. Süsteemi toide üle oma jätkusuutliku OLR'i võib tekitada madala biogaasi saagikuse, kuna tekib reaktsiooni pärssivate ainete kuhjumine käärivas massis (näiteks rasvhapped). Sellisel juhul tuleb toite kogust vähendada. OLR on eriti suure tähtsusega parameeter pideva protsessi korral.

Lenduvad tahked osakesed esitavad orgaanilise materjali sisaldust proovis. Lenduvates tahketes osakestes sisaldub biolagunev osa ja raskesti töödeldav osa. Anaeroobseks käärutamiseks sobib kõrge lenduvate tahkete osakeste sisaldus, kus raskesti töödeldava fraktsiooni sisaldus on madal.

1.2.2.2 Anaeroobse biotöötuse tehnoloogia

Anaeroobse käärutusjaama protsess koosneb järgmistest osaprotsessidest:

- Biojätmete vastuvõtt ja vaheladustamine
- Biojätmete eelkäitlus
- Sisendsegu valmistus
- Anaeroobne töötus
- Hügieeniliseks muutmine
- Mehaaniline kuivatus
- Huumusmassi järelkäitlus
- Haisugaaside ja heitvee käitlus

Biojäätmete vastuvõtt toimub tavaliselt vastuvõtupunkris, kust materjal läheb ladustamisele mõnest tunnist kuni 1-2 ööpäevani. Materjali teisaldamises kasutatakse rataslaadurit või konveierit.

Biojäätmete eelkäitluse ajal jäätmekotid rebitakse lahti ja jäätmed purustatakse samuti nagu kompostimisjaamades. Jäätmete kogumisviisist sõltuvalt kasutatakse lisaks sõelumist ja magneteraldust võõrlisandite eemaldamiseks. Eraldikogutud biojäätmetele piisab tavaliselt ainult purustamisest.

Jäätmeosised segatakse sisendseguks. Sisendi kuivainesisaldus sätitakse u. 12-16%-seks vee lisamisega jäätmesegule. Vee lisamisel kasutatakse sette kuivatamisel eralduvat nõrgvett. Sisendsegu temperatuur tõstetakse u. 37°C-ni mesofiilses kääritusprotsessis ja 55°C-ni termofiilses kääritusprotsessis. Üldiselt kasutatav protsessitemperatuur on 37°C. Sisendi soojendamisel kasutatakse ära nõrgvee soojusenergiat ja protsessis tekkivat metaangaasi. Sisendi segamine teostatakse soojustatud mahutis, mis on varustatud kammseguriga. Sisendi valmistusmahutist pumbatakse sisendsegu kääritusreaktorisse.

Kääritusreaktoritena kasutatakse tavaliselt soojustatud püstreaktoreid. Kääritatavat setet segatakse kammseguriga, pumpamisega või juhtides eralduvat metaani tagasi mahutisse. Keskmine viiteaeg reaktoris on 21 ööpäeva. Tekkiv metaan eemaldatakse reaktori ülaosa kaudu ja juhitakse veeralduse kaudu gaasihoidlasse. Protsessi reguleerimiseks kasutatakse kääritatava sette pH ja temperatuuri mõõtmist ning eemaldatava gaasi metaanisisalduse mõõtmist.

Kääritusreaktorist pumbatakse sete hügieniseerimismahutisse, kus sette temperatuur tõstetakse 70°C-ni haigusetkitajate hävitamiseks ja umbrohuseemnete hävitamiseks. Sette kuumendamisel kasutatakse metaanist saadavat energiat.

Hügieniseeritud sete kuivatatakse mehaaniliselt lintfilterpressil või tsentrifuugis. Kuivatustulemuse parandamiseks segatakse settesse polümeerilahust. Vajalik polümeeri kogus on 2-3 kg/t tahke aine kohta. Polümeerilahuse valmistamiseks vajatakse tavaliselt puhast vett.

Kuivatatud sete juhitakse kuivatusseadmelt settekonteinerisse ja veetakse kas vahelattu või lõppkasutamisele. Kui kääritatud sete ja biojäätmekottid järelvalmivad kompostimise teel, siis eeldab see samasugust korraldust nagu kompostimise teel käideldud sette ja biojäätmekottide järelvalmimisel.

Anaeroobses käitlusjaamas tekkivate haisugaaside käitluseks võib kasutada sarnaseid käitlusviise nagu kompostimisjaamades: gaasipesureid, biofiltreid ja osoonimist. Kääritusjaamades otseseid protsessigaase tekib väga vähe, kuna kõrvalsaadusena tekkivad haisugaasid eemalduvad biogaasi osana. Jaamast väljajuhitav õhk koosneb vastuvõtu-, protsessi- ja settekuivatusruumidest eemaldatavast õhust ning protsessimahutist eemaldatavast õhust. Tavaliselt kääritusjaamade heitõhu käitlemises kasutatakse biofiltreerimist. Gaaside pesemine enne biofiltreerimist ei ole vältimatu, kuna õhk sisaldab vähe ammoniaaki. Ka protsessis tekkiva ammoniaagi kogus püütakse hoida madalal, kuna ammoniaagi kujul olev lämmastik aeglustab kääritusprotsessi kulgu. Anaeroobsest töötusjaamast eemaldatava õhu koguseks on jaama hoonemaht, mis vahetub u. 2-5 korda tunnis. Kääritusjaama haisugaaside käitlusel kasutatakse samu nõudeid nagu kompostimisjaamas.

Kääritusjaamas tekkiva heitvee koguseks on see osa sette kuivatusel tekkivast nõrgveest, mida ei saa protsessi tagasi suunata. Heitveele on iseloomulik kõrge hõljuvaine, lämmastiku ja fosfori sisaldus. Heitvee bioloogiline ja keemiline hapnikutarve on keskmiselt olmereovee omast madalam. Kääritusjaama heitveed tuleb juhtida reoveepuhastisse või käidelda kohalikus puhastis.

1.2.3 Olmejäätmete põletamine

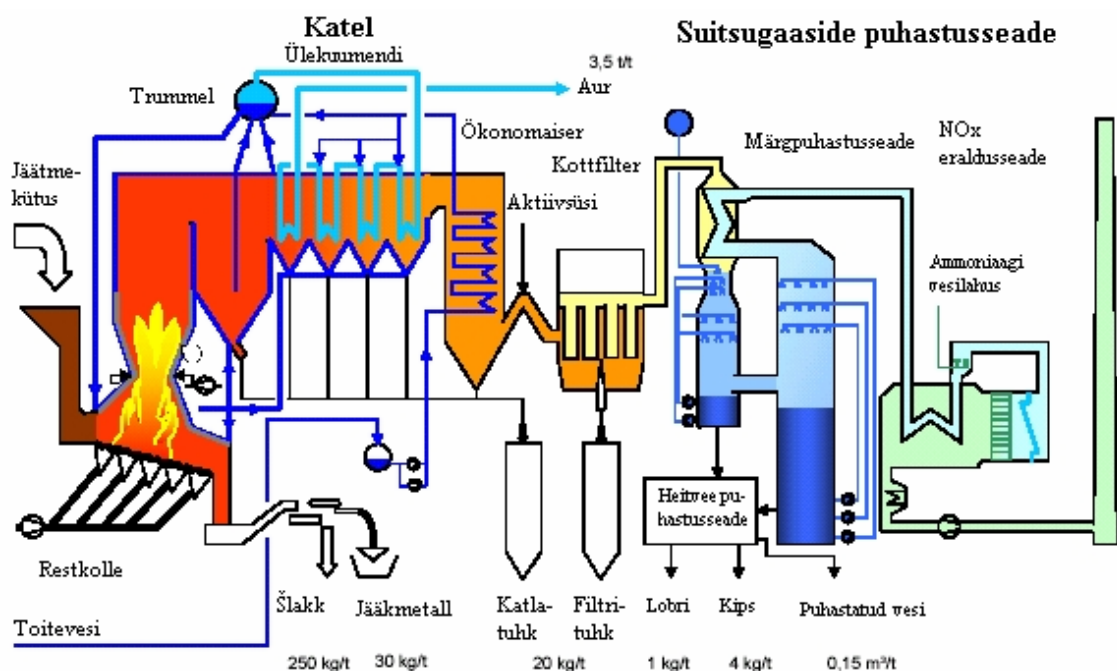
Kuna Eestis pole senini rajatud ühtki jäätmepõletuse kompleksi, puuduvad meil vajalikud kogemused ja oskused. Pikka aega valitses meil arusaam, et jäätmepõletusega ei tasu tegeleda nii majanduslikel põhjustel kui ka suure keskkonnariski tõttu. Olmeprügi põletamine on uuesti päevakorda tõusnud seoses uute EL jäätmedirektiividega, mis piiravad üha enam põlevate ja biolagunevate jäätmete ladustamist prügilatesse.

Olmejäätmete masspõletamine on kindlasti enimlevinuid kooskäitlemise võimalus, sest see lahendab korraga mitu probleemi. Enamikes maailma suurlinnades ongi olmejäätmete põletamine koos energia tootmisega levinuid käsitusmeetod ning parim viis ladestamise vähendamiseks prügilatesse, sest pärast põletamist jääb tuhana järgi vaid 20-25%. Suur osa sellest tuhastki leiab kasutamist, näiteks teedehituseks ja maapinna täiteks kohtades, kust pole karta võimalike ohtlike ainete (raskemetallide) sattumist loodusesse.

EÜ jäätmete põletamise direktiiv 2000/76/EÜ kehtib nii tavajäätmete kui ohtlike jäätmete põletamise kohta, ka jäätmete põletamise kohta tööstusettevõtetes (näiteks tsemendiahjudes). Põletamise all mõistetakse oksüdatsiooni, pürolüüsi, gaasistamist või plasmaprotsesse, kusjuures temperatuur peab olema vähemalt 850°C. Kui ohtlikes jäätmetes on rohkem kui 1% halogeenitud ühendeid, siis peab temperatuur olema vähemalt 1100°C.

Eestis pole senini jäätmete põletusseadmeid evitatud nii majanduslikel kui keskkonnaohutuse kaalutlustel. Suurimaks takistuseks põletamisele on seni siiski olnud selle kõrge hind. Võrreldes tavalise tahke kütuse (puiduhakke, turvas) põletamisega on jäätmete põletusseadmete ühikmaksumus (EEK/MW) 6-10 korda kõrgem.

Jäätmete põletamisel on probleemiks halb süttivus, kahjulike heitmete (HCl, SO₂, NO_x, küllastamata süsivesinikud, aerosoolid jne.) võimalik emissioon ning raskemetallide jäämine tuhka. Enamik kahjulikke heitmeid tekib mittetäielikul põlemisel, selle vältimiseks tuleb rakendada meetmeid, mis kindlustavad parema segunemise õhuhapnikuga ning pikemaajalise viibimise kõrgemas temperatuuris.



Joonis 1 Aurukatlaga jäätmepõletuskompleksi põhimõtteline skeem

Jäätmete põletusel levinuimaks katlaks on tavaline liikuva restiga tahkekütuse katel, milline on laialt kasutusel biokütuse põletamisel. See on ka kõige läbiproovituim katlaliik. Jäätmekütuse põletamine vastavuses uute EÜ direktiividele nõuab mitmeid eritingimusi, mida tuleb sellise katla ehitamisel jälgida. Olenevalt jäätmekütuse koostisest tuleb sellele katlale ette näha märksa keerukamad suitsugaaside puhastamise seadmed, samuti peab restide ja torustike materjali valikul lähtuma kõrgest temperatuurist ja spetsiaalsetest korrosiooninõuetest. Restide konstruktsioon ning kütuse liikumise suunad on erinevad, tagamaks madala NO_x tasemega põlemise. Kohaliku ülekuumenemise vältimiseks on restid vesijahutusega ja evitatud on spetsiaalne kaameraga leegikontrolli seade. Koldeosa kaitseks kasutatakse spetsiaalseid korrosioonikindlaid materjale. Samuti täiesti uudne on katla küttepindade puhastamine.

Restkoldega katla eelised

- pole vajadust olmekütust eelnevalt sorteerida või purustada;
- tehnoloogia on laialt levinud ja põhjalikult katsetatud jäätmete põletamisel;
- on sobiv laiale jäätmete sortimendile ja kütteväärtustele;
- võimaldab põletada küllalt suuri esemeid;
- tagab põletamise keskmise kuni 85% kasuteguri;
- võimaldab kasutada erinevaid lisakütuseid, näiteks tükkturnvast ja metsahaket;
- võimaldab põletada ühe kompleksiga kuni 1200t/päevas (50t/h) jäätmeid.

Nagu enamik energiaseadmeist, on ka jäätmepõletuse seadmed väiksematel võimsustel suhteliselt kallimad, kui suuremate võimsustega seadmed. Väikestele jäätmete kogusele pole maailmas jäätmepõletusseadmeid veel rajatud, soovitatavad võimsused algavad 240 tonnist ööpäevas (10t/h).

Võttes arvesse Tallinna piirkonnast kogutava olmeprügi aastamahtu (150 000 t/a), saaksime pärast mittepõlevate osade väljasorteerimist 86,6% sellest kogusest - see võikski olla

maksimaalne olmeprügi põletatav potentsiaal. Siit saaksime põletatava olmeprügi andmeteks:

Põletatava prügi aastamaht	129 900 tonni;
Kütteenergiana oleks see (x 6,508)	844 350 GJ;
Sama, kütteenergia (MWh)	234 542 MWh;
Aastane võimalik soojusenergia ($\eta=0,85$)	199 360 MWh;
Vastav soojusseadme võimsus	23 MW.

Eeldades aastaringset (8500 tundi) tööd nimikoormusel oleks meil põletusseadme soojuslikuks väljundvõimsuseks 25 MW. Olmekütuse keskmine kulu oleks sel juhul 15,2 t/h.

Kirjanduse andmetel on 25 MWs põletusseadme orienteeruvaks ühikmaksumuseks 1,0 milj. Eurot/MW (15,6 MEEK/MWs). Seega kujuneks vajaliku seadme kogumaksumuseks 25 MEUR või **390 milj. EEK**.

Aastaringset töötav 25 MW jäätmepõletuse tootmisvõimsus võiks anda olulise panuse Tallinna kaugküttevõrgu baaskoormuse katteks ning võimaldaks toota aastas ca 200 GWh soojusenergiat.

Jäätmete põletusseadmete kõrge hinna tõttu on neid soovitatav projekteerida ja kasutada baaskoormuse katmise seadmeina, st. aastaringseks stabiilseks tööks. See väldiks ühtlasi jäätmekütuse suurte koguste kuhjumist suvel koos sellega kaasnevate tõsiste keskkonnaprobleemidega. Ülaltoodud variandis ongi arvestatud võimsusega, mille puhul ei kogune põletamist vajavaid jäätmeid suurtes kogustes.

25 MW-se jäätmepõletusseadme minimaalselt vastuvõetav tasuvus saadakse vaid siis, kui jäätmekütus saadakse negatiivse hinnaga, st kui kütusele makstakse peale 360 EEK/tonn (200 EEK/MWh, vastavalt Enprima Estivo tasuvusarvutustele Tallinna jäätmete põletamist käsitlevas töös). See hind on siiski soodsam, kui prügilasse viimise hind praegu, milline on 430 EEK/t (hinnad käibemaksuta). Seejuures on arvestatud, et põletamisel tekkinud tuhk (ca 25%) ladustatakse Tallinna Prügilasse praeguse hinnaga (430 EEK/t). Tasuvusarvutuse põhjal saaks ülaltoodud tingimustel toota soojust konkurentsivõimelise hinnaga, alla 200 EEK/MWh.

Toodud tingimustel oleks prügiveofirmad huvitatud olmekütuse transpordist prügipõletuse seadmesse ka kaugemalt kui Tallinna ja Harjumaa piirkonnast.

Analoogse, kuid veidi väiksema (aastamahuga ca 85000t prügi) põletusseadme, võiks püstitada Tartusse, teenindamaks kogu Lõuna-Eesti piirkonda.

1.2.3.1 Prügi põletamisest elektrijaamas

Eestis on palju ideid prügi põletamise elektrijaama rajamiseks. Lähtudes ülaltoodud prügi võimalikust mahust, saaks Tallinna lähedale rajada 5/25 MWe/MWs võimsusega prügipõletuse Soojuse ja Elektri Koostootejaama. Tänu sellele, et olenevalt olmeprügi omadustest, töötaks võimalik aurukatel vaid madalate parameetritega, tuleks suhe Elekter/Soojus madal, sellise jaama ühikmaksumus aga väga kõrge. Parimal juhul tuleks 25 MW soojusvõimsuse puhul elektriliseks võimsuseks 4-5 MWe. Sel juhul oleks seadme kogumaksumus turbiini ja elektriseadmete võrra kõrgem kui pelgalt katlamaja puhul. Orienteeruv maksumus madalsurve prügipõletuse elektrijaamale 5/25 MWe/MWs oleks ca

450 milj. EEK ehk ca 90 MEEK/MWe. See ühikmaksumus ületab tavalisele biokütusele (puit, turvas) rajatava elektri jaama ühikmaksumuse kuni 3-kordselt.

1.2.3.2 Olmejäätmete põletamisest puiduhakkel töötavas SEK jaamas

Küsimus sellest, kas olmejäätmete põletamine on tavalises puiduhakke SEK jaamas otstarbekas, sõltub väga paljudest asjaoludest.

Põhimõtteliselt on küll mõeldav rakendada osaliselt küttena ka prügikütet sama seadme baasil, kuid üsna piiratud määral, ainult kindlaid jäätmete hästipõlevaid komponente (puit, paber ja papp). Keevkihtkatla puhul peavad need materjalid läbima purustid. Ka seejärel võib tekkida põletamisel probleeme.

Näiteks kõrgeima kütteväärtusega plastmasside kasutamine on ilma kallite lisameetmeteta väga küsitav. Seda on katsetatud, tulemusena korrodeerusid katla järelküttepinnad suhteliselt lühikese ajaga. Enamlevinud polüvinüülkloriid (PVC) plastikud sisaldavad kloori, mis kõrge temperatuuriga eraldub ning moodustab koos veeaurudega soolhappe (HCl). Soolhape korrodeerib katla metalli väga kiiresti. Seetõttu on neis põletusseadmetes viidud põletatavate jäätmete osakaalu miinimumini (kuni 3%).

Samuti tuleb ette näha kallite mitmeastmeliste suitsugaaside puhastusseadmete rajamist kogu jaamale, kuigi jäätmete osakaal on kogu kütuses väike.

Seetõttu on õigem planeerida soojuse ja elektri koostootejaam ainult jäätmekütuse kogustest lähtuvalt, kui leidub sellise seadme finantseerija.

1.2.4 Olmejäätmete termiline gaasistamine

Üheks alternatiiviks põletamisele on olmejäätmete gaasistamine. Gaasistamine on protsess, milles kuumutamise käigus lenduvad olmejäätmeist tahked või vedelad süsivesikud ning moodustavad madala või keskmise kütteväärtusega gaasi. Maailmas on üle 100 olmejäätmete gaasistusseadme ka töös või rajamisel. Olles enamasti katseseadmed, on mõned neist andnud kommertstoodangut juba üle 5 aasta.

Gaasistamisel on mitmeid eeliseid, võrreldes olmejäätmete põletamisega. Gaasistamine toimub ebapiisava hapniku juuresolekul, mis takistab dioksiinide ja SO_x ning NO_x laialdast tekkimist. Kuna kuumutuseks vajaliku põlemise õhk on piiratud, siis ka heitgaaside kogused on väiksemad, vajades vastavalt väiksemaid ja odavamaid põlemisgaaside puhastusseadmeid.

Gaasistamisel saadavat sünteetilist gaasi saab kasutada elektri- ja soojuse koostootmisel kas gaasiturbiinide, sisepõlemismootorite või tulevikus ka kütuselementide baasil. See võimaldab ligikaudu 2 korda suuremat elektritootmise kasutegurit kui tavalise aurukatla ja auruturbiini abil. Gaasistamine on sobiv ka väiksemate võimsuste ja jäätmekoguste puhul, mistõttu avardaks elektri ja soojuse koostootmise võimalusi meie väikelinnades ja asulates.

Vaatamata neile eelistele, on olmejäätmete gaasistamisega seotud veel hulk probleeme, mis on sarnased puidu ja teiste biokütuste gaasistamise probleemidega. Suurim probleem on raskete orgaaniliste ühendite lendumine koos gaasiga tõrva ja vaikude kujul, mis rikuvad

gaasipuhastuse seadmeid ning energia tootmiseseadmeid. Sellise sünteetilise gaasi puhastamine, kus esinevad lisaks tõrvale ka halogeenid, happeaurud, lendunud raskemetallid ja leelised on tekitanud senini suuri tehnilisi raskusi.

Võrreldes USA allikate andmeil kaht kommertskasutuses olevat gaasistusseadet kahe olmejäätmete põletusseadmega, kinnitavad tulemused siiski, et gaasistamine on keskkonnasõbralikum ning kuludelt konkurentsivõimeline võrreldes põletamisega. Ühe tonni olmejäätmete kohta on võimalik toota rohkem elektrit, tema investeeringukulud ühikule on väiksemad ning põlemisgaaside puhastus on efektiivsem. Kuid käidu- ja remondikulud tulevad pisut kõrgemad kui tonni jäätmete põletamisel.

Kuna aga biokütuste (sh. olmejäätmete) gaasistamine on ülimalt tähtis kogu maailma energiaprobleemide lahendamisel, siis on loota, et jõulise rahastamise abil probleemid ületatakse. Mitmel pool, näiteks Taanis, Austrias, Soomes on EL toetusel rajatud katseseadmed andnud häid tulemusi, ning ollakse peagi valmis kommertstootmise juurutamiseks.

1.2.4.1 Tulevikutehnoloogiad gaasistamisel

Tulevikus võimaldab gaasistamine puhta hapniku või puhta vesiniku (ingl. hydrogasification) abil toota väärtuslikumat gaasi kui õhu abil või kaudse kuumutuse abil toodetu. See omakorda on seotud hapniku ja vesiniku tootmiskulude alanemisega.

Puhas hapnik võimaldab kõrgemaid temperatuure, lõhustamaks orgaanikat termilis-katalüütilistes protsessides. Vesiniku abil gaasistamine lõhustab efektiivselt tõrva ja vaikusid, tekitades metaanirikast gaasi, mida saab ilma torustikke või gaasiturbiine muutmata otse kasutada. Lisaks on võimalik metaanirikast gaasi muuta vesinikuks või metanooliks, et neid järgnevalt kasutada tuleviku tehnoloogia - kütuselementide kütusena.

Selline gaasistamise tehnoloogia on eriti perspektiivne tihedalt asustatud piirkondades, kus traditsiooniliste olmejäätmete põletusseadmete rajamine on enam kui probleemne.

1.2.5 Jäätmete oksüdatiivne-hüdrolüütiline lõhustamine reaktoris

See moodne lõhustusmeetod on leiutatud algselt Venemaal, kuid omab Taani riigi patenti, mistõttu informatsiooni selle kohta on mõnevõrra ebapiisavalt. Projekte selle meetodi evitamiseks arendatakse lepingutepõhiselt. Seejuures otsitakse lepingupartnereid ka Eestist, sealhulgas suhteliselt lihtsa tehnoloogia valmistajaid.

Oksüdatiivne-hüdrolüütiline lõhustamine (oxidative hydrolytic destruction OHD) on tehnoloogia, mis on välja töötatud erinevate orgaaniliste jäätmete (heitveekäitlusjaamade jäätmed, loomakasvatusejäätmed e. sõnnik, farmaatsiatööstusjäätmed, paberitööstusjäätmed, toiduainetetööstuse jäätmed, majapidamisjäätmed jms) käitlemiseks, et alandada keskkonnakahjustusi, mida tänased tehnoloogiad kaasa toovad.

OHD tehnoloogia võimaldab muundada orgaanilised jäätmed täielikult, kusjuures "lõpptooteks" on kasulikud huumusained ehk humiinained (humic substances, HS). Protsess toimub reaktoris keskmiselt kõrge temperatuuri ja rõhu juures.

Sõltuvalt OHD tehnoloogia abil töödeldud orgaaniliste jäätmete tüübist on HS kontsentratsiooniks käitluse tulemusena 98% (seasõnniku puhul) kuni 70% (mõll) saadud ainek, ülejäänud moodustavad (vastavalt siis 2 kuni 30%) oksüdeerimata jääkained (ränidioksiidilaadne, saab kasutada ehitustööstuses).

Standardne käitlusseade on ca 10 m³ mahuga reaktor, kuid ka suuremate seadmete valmistamine on võimalik. Seadme maksimaalne võimsus on 10 tsükli 24 tunni jooksul, ühe tsükli kestus on 2,1 tundi. Seadmesse söödeta materjal peab olema ca 10%-lise kuivainesisaldusega, seega sobivad seakasvatuse ja veisekasvatuse jäätmed (sõnnik) ilma lahjendamata/kontsentreerimata. Seadme tööiga on piiratud pumpade elueaga, mille realistlik amortisatsiooniperiood on 10-14 aastat. Seadme energiavajadus sõltub toorme liigist ja temperatuurist, on ca 1100 kWh tsükli kohta, ent kui ära kasutada protsessi käigus toodetud soojust, siis on arvud erinevad. Seadmed on toodetud (või toodetavad) rahvusvaheliste ning EL normide järgi, mis reguleerivad rõhu all töötlemist, kõik seadmed on sertifitseeritud. Seadmete disaini ja tarne eest vastutab müüjaettevõtte “turnkey” baasil. Seadme opereerimine on lihtne ega nõua erioskusi.

OHD eelised:

- Kulutused on isetasuvad
- Halvalõhnalise ja saastava sisendi muundamine lõhnatuks tooteks, mis seob raskemetalle ja lämmastikku
- Jäätmete täielik käitlemine, kus saaduseks on kasulik toode (HS on väärtuslik ja hõlpsastitustatav toode, oksüdeerimata jääk kasutatav ehitustööstuses tugevdaja ja antikorrosiooniainena tsemendi ning raudkonstruktsioonides)
- Ökoloogiliselt puhas protsess
- Lihtsus – tehnoloogia on lihtsalt opereeritav, ei nõua erioskusi ja teadmisi, on täielikult automatiseeritav
- Ökoloogiliselt puhas väljund
- Pestitsiidi efekt – kahjurid hukuvad kõrge temperatuuri juures töötlemisel
- Tehnoloogia võimaldab “toota” kõrgekvaliteetseid huumusaineid madala molekulaariga.

Sihtgrupp/kliendid:

- Loomakasvatajad/farmid
- Heitveekäitlejad
- Farmaatsiatööstused
- Toiduainetetööstused
- Suurmajapidamised
- Paberitööstused

Kui seade on töös 330 päeva aastas, siis töödeldakse ca 17 000 tonni (keskmine farm 5 000-10 000 seaga toodab ca 4 000 tonni tooret aastas - üks siga kuni 10 kg päevas).

Mida pakutakse kliendile

OHD teenust pakutakse kliendilepingu alusel. Kliendile pakutakse vabanemist jäätmetest ja nendega seonduvatest piirangutest, sõlmides lepingu firmaga, kes võtab üle jäätmed ning tarnib nende töötlemise teenust.

1.3 Erinevat liiki olmejäätmete kooskäitlemise võimalused (kooskäitlemise liik, soovitatavad liikide vahekorrad, vajalikud min/maks. mahud kooskäitlemiseks, käitlusseadmete e. – tehnoloogia erimaksumus, teeninduskulud)

Aeroobse kui ka anaeroobse töötlemise puhul tuleb koos käidelda erinevaid olmejäätmeid, välja arvatud taaskasutamiseks väljasorditud puhas paber, plastik, metall, klaas, suuremahuline puit. Erinevate jäätmete kooskäitlemisest on põhjalikult tutvustatud vastavate tehnoloogiate kirjeldustes, sh. ka vajaliku süsinik/lämmastik suhte tagamine.

Üheks suurimaks probleemiks on plastkilepakend, mille suur sisaldus on senini peamiseks takistuseks kvaliteetse komposti valmistamisel.

Anaeroobse kompostimise puhul on soovitatav lisaks olmejäätmetele koos käidelda põllumajanduse, reoveepuhastite ja toiduainetetööstuse jäätmeid, mis aitavad tõsta biogaasi tootlikkust ja käivitada protsessi kergemini.

1.3.1 Jäätmete bioloogilise töötlemise kulude ja tulude analüüs

Jäätmete bioloogilises töötlemises sisalduvad järgnevad kulud ja tulud:

- 1) rajamiskulud;
- 2) käitluskulud;
- 3) sissetulekuallikad.

Rajamiskulud sõltuvad käitluskohast, projekteerimisest, asukohast ja jäätmete koostisest. Iga juhtum on spetsiifiline. Olmejäätmete käitlemise korral tuleb arvestada ka eeltöötlemise kuludega (nt. sorteerimine).

Käitluskulud hõlmavad kulutusi töötajatele, transpordile, kindlustusele, litsentsidele, reostuse seirele ning muule hooldusele.

Sissetulekuallikateks on anaeroobsel töötlemisel elektri müügist saadav tulu, soojuste müügist saadav tulu, komposti müügist saadav tulu ning jäätmete vastuvõtmisest saadav tulu (nn. väravamaks). Kompostimisel on tuludeks nn väravamaks, ning kvaliteetse komposti olemasolul selle müügist saadav tulu.

1.3.1.1 Aeroobse kompostimise kulud

Aunkompostimist teostatakse tavaliselt lahtisel väljakul, kus protsessi juhtimine on keerulisem, kuid investeerimiskulutuste osa jääb väiksemaks. Eelkompostimisjärgu protsessijuhtimist võib parandada aunade sundõhustamisega ja kasutades aunade katmist. Aunkompostimist tehakse tavaliselt vett mitteläbilaskval asfaltväljakul (tavaliselt 2-kihiline asfaltkate 50+50 mm), mis on varustatud äravoolutorustikuga nõrgvee juhtimiseks

heitveepuhastile või mõnda lokaalsesse käitlussüsteemi, näiteks ühtlusmahutisse koos pinnasefiltriga.

Kui arvestada kogu kompostimisprotsessi kestvuseks üks aasta, siis olenevalt vaalude/aunade kõrgusest ja laiusest on võimalik ühehektarilisel maa-alal kompostida hinnanguliselt 5000 tonni jäätmeid aastas.

Aunkompostimisel vajalikud seadmed on:

- Rataslaadurid
- Sõelkopp-purusti
- Trummelsõel

5000 m² suuruse kompostimisväljaku rajamise kulud:

Ehituskulude arvutamisel on arvestatud järgmiste väljakutarinditega:

- asfalt 50 mm;
- kandev kiht 0,4 m;
- jaotuskiht 0,5 m;
- filterkiht 0,3 m;
- põhjatasandus;
- dreanaž.

Eesti hinnataseme arvutamisel lähtume Tallinna Prügila infrastruktuuriala ehitamise pakkumiste hinnatasemest, kus olemasoleva 7164 m² suuruse kompostväljaku maksumus oli 2,3 miljonit EEK-i (koos käibemaksuga). Võttes selle hinna aluseks saame, et 5000 m² suuruse kompostväljaku laienduse maksumus on 1,36 miljonit EEK-i (ilma käibemaksuta). Arvestades, et tööde hind moodustab materjalide maksumusest 70-100% siis antud juhul oleks materjalide maksumus ligikaudu 800 000 ning tööde maksumus 500 000.

Tabel 1 – 6. 5000 m² kompostiväljaku rajamine koos seadmetega: väljakule mahub 2500 t jäätmeid aastas

Komponent	Investeering, milj. EEK
Kompostiväljaku rajamine	1,36
Ratastraktor	0,6
Sõelkopp-purusti	0,8
Kaal	0,4
Trummelsõel	2,5
Kokku	5,66

Tabell 1 - 7 Uute aunasegajate maksumused ilma käibemaksu ja transpordita

Aunasegaja	ALLU		BACKHUS	
	AS 26	AS 38	16.50	5.75Q5X
Jõudlus m ³ /h	3000	6000	300-3000	300-6000
Maksumus EEK	4,94 milj.	6,86 milj.	2,84 milj.	6,12 milj.

Kasutatud aunasegaja on võimalik soetada odavamalt.

Töö ja materjalikulud

Arvutustes on kompostimisaja kogupikkuseks võetud 1 aasta, mille jooksul segatakse aunasid umbes 5 korda.

Tabell - 8. Peamised tööjõu kulud aeroobse kompostiväljaku haldamisel

Kulu liik	Kulu maht	Kulu ühik	Aastased kulud kokku
Tööjõud, üks spetsialist	500 h/a	100 EEK/h	50 000 EEK
Biojätmete purustamine sõelkopaga ja segamine (rataslaaduri rent)	1000 h/a	413 EEK/h	413 000 EEK
Aunade segamine (rataslaaduri rent)	1200 h/a	413 EEK/h	495 600 EEK
Kokku:			958 000 EEK

Tabelis on arvestatud rataslaaduri rendikuludid, aga juba soetatud rataslaaduri käitamiskuludena tuleb arvestada juhi palka, masina kütusekulu, kindlustust ning korralisi masina hoolduskulusid.

Materjali kuludena tuleb arvestada ka tugiaine ostmisega, ning nõrgvete kanalisatsiooni suunamise kuludega. Tugiaine maksab umbes 90 EEK/m³. Nõrgvete kanalisatsiooni suunamise kulud sõltuvad kohalikest kanalisatsioonimaksudest. Kui tugiaina kasutatakse ehituspuitu või haohaket, siis tuleb kasutada näit. vasarpurustit. Purustamisteenuse võib tellida teistelt töövõtjatelt. Ka sõelumise tellimine on väljastpoolt võimalik.

Kulude võrdlus ja kompostimise ühikmaksumus

Vaatame erinevate variantide kogukuludid 2500 t aastamahuga jäätmete komposteerimisel. Seejuures arvestame, et vajalikud investeeringud on teostatud pangalaenuga, tähtajaga 10 aastat ja reaaliintressi määraga 5%.

Tabel 1 – 9 Variantide majanduslik võrdlus 2500 t jäätmete komposteerimisel aastas

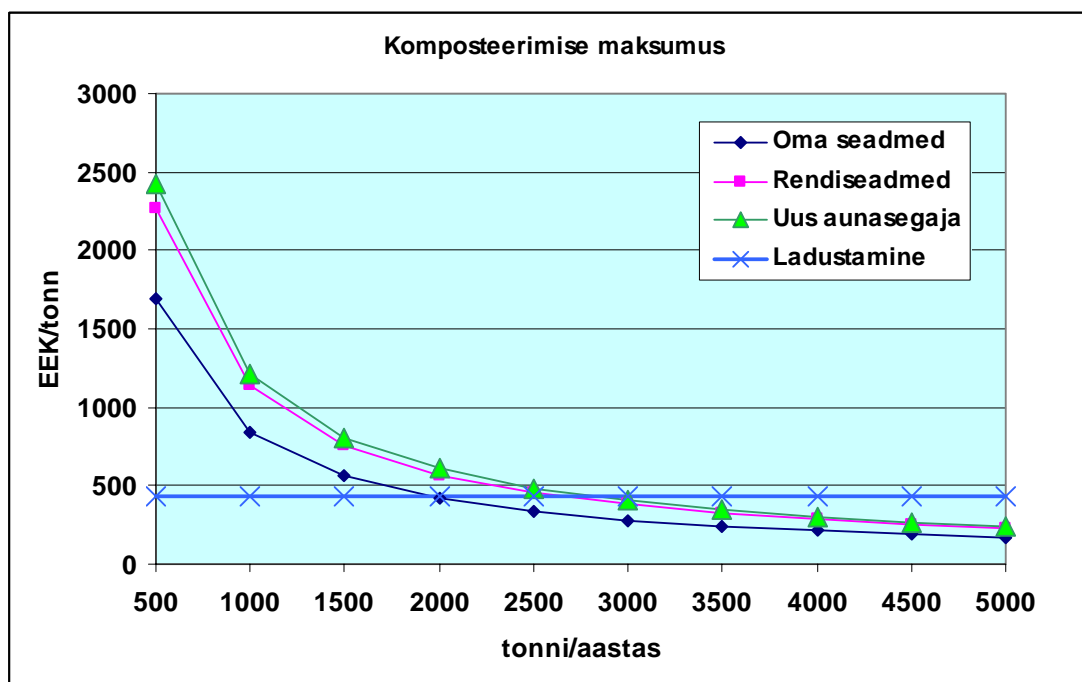
Nr	Variant	Investeeringu aastamakse EEK/a	Seadmete ja tööjõu kulud EEK/a	Kulud kokku EEK/a	Erikulu tonni jäätmete kohta aastas EEK/t a
1	Oma väljak ja seadmed	736 000	110 000	846 000	338
2	Oma väljak, renditeenus	176 800	958 000	1 134 800	454
3	Oma väljak, uus aunasegaja	1 105 000	110 000	1 215 000	486

Toodud tabelis pole arvestatud saadava komposti realiseerimisega. Praeguse (Tallinna prügila) komposti kvaliteedi juures on seda ka väga raske realiseerida, sest plastkile sisaldus kompostis on ülemäära suur. Ometi saab seda kasutada ladestatava ala katteks, hoides seeläbi kokku kattepinna ostmise kulu. Kui odavam kattepinna maksab 50 EEK/m³ (ilma transpordita), siis võib seda võtta praeguse komposti ligikaudseks maksumuseks.

Tabelist selgub, et kompostimine oma väljaku ja seadmete olemasolu korral (Variant 1) on odavam kui olmejäätmete ladustamine, teiste variantide puhul aga sellest kallim.

Toodud tulemused kehtivad vaid arvestusliku aastakoguse - 2500 t puhul. Kui samal väljakul õnnestuks komposteerida 2 korda rohkem - 5000 t olmejäätmeid - tuleks kompostimise hind ligi 2 korda odavam (eeldusel, et aastas vahetuks 2 mahtu) Tehnikapark aga peaks sellist töökoormust taluma, sest 2500 t puhul on tehnika alakoormatud.

Milliseks kujuneb ühe tonni jäätmete kompostimise maksumus väiksemate mahtude puhul, on toodud järgneval diagrammil.



Graph. Kompostimise maksumus olenevalt komposti hulgast

Toodud jooniselt selgub:

1. Vaid jäätmete kogustel üle 2000 tonni aastas (variant 1, oma väljak ja seadmed) tuleb jäätmete kompostimine soodsam kui ladustamine;
2. Kallimate variantide (rendiseadmed ja uus aunasegaja) puhul on selleks piiriks ca 2700 tonni/aastas, millest suuremate koguste puhul on kompostimine soodsam kui ladustamine.
3. Võimaliku komposti müügi korral (hinnaga ca 50 EEK/t) nihkuvad need piirid vaid üsna pisut (ca 150 t/a võrra) madalamale.
4. Aastakogustel alla 1900 t/aastas tuleb kompostimine kallim kui ladustamine, mistõttu ligi pooltes Eesti maakondades osutub 2010 a plaanitud olmejäätmete koguse komposteerimine liiga kalliks.
5. Üle 2500t/a aastakogused tulevad komposteerida aastaks 2010 vaid Tallinna, Harju, Ida-Viru, Tartu, Lääne-Viru, Pärnu, Viljandi ja Järva maakondades ja linnades. Järnevateks tähtaegadeks 2013 ja 2020 on need kogused juba märksa suuremad.
6. Väikseim aastakogus - 566 t - tuleb 2010.a. komposteerida Hiiu maakonnal. Ülaltoodud diagrammi põhjal maksaks komposteerimine seal ligi 1400 EEK/tonn. Nii suur prügiveo maksumuse tõus käib elanikele üle jõu.

Järeldused

Väiksemate aastakogustega maakondadel pole tasuv kallist komposteerimistehnikat hankida, samuti kasutada tehnika renditeenust. Et väiksemate aastakogustega maakondades olmejäätmeid komposteerida, on võimalikud mitmed hinnalt soodsamad ja paindlikumad lahendused:

- Võimalik on oma kompostimist vajav jäätmekogus vedada suuremate jäätmetöötluskeskuste juurde.
- Samas on maakondades likvideeritavate prügimägede teeninduseks teatud tehnika olemas, mida saab osaliselt kasutada kompostimisel. Seega saab investeeringukulud mõnevõrra alandada.
- Mõnes maakonnas on prügimajandus kommunaalteenuste firma käes, mis tegeleb lisaks ka teiste kommunikatsioonidega (soojus, vesi, kanalisatsioon). Ka neil on kompostimiseks vajalik minimaalne tehnika (traktor, kopp-tõstuk) olemas.
- Võib kasutada tehnika rotatsiooni - suhteliselt lähedalasuvaid väiksemaid komposteerimisplatse saab teenindada sama tehnikaga rotatsiooni korras.
- Teenindavad suured pügifirmad (Cleanaway, Ragn-Sells) võiksid korraldada oma tehnika hankimise ja laenutuse suhteliselt soodsa rendiga, kui nende teenindada jääb suurem piirkond (mitmed komposteerimisväljakud).
- Kohalikel omavalitsustel on võimalik leida soodsaimad lahendused, vältimaks liiga suurt hinnasurvet elanikele.

Kompostimine aunade sundõhustusega

Aunade sundõhustamine toimub auna alumise kihi keskele paigaldatava plastist perforeeritud õhutustorustiku kaudu. Sel puhul pole mehhaaniline segamine enam vajalik. Küll on aga vajalik perioodiline või pidev suruõhu andmine.

Aunade sundõhustamisega komposteerimisväljaku suurus peab olema sama koguse jäätmete komposteerimiseks vajalikust väiksem.

Sundõhustamise torustiku maksumus on hinnanguliselt 155 krooni/meeter. Maksimaalne torustike pikkus 1 hektarilisel väljakul on umbes 3000 meetrit. Samuti tuleb muretseda ventilaatorid, mille maksumus on umbes 31 000 krooni, hektarilisele väljakule tuleks arvestada 10 ventilaatoriga.

Tabel 1-10 Ühe ha sundõhustamisega kompostimisväljaku ligikaudne maksumus:

Nimetus	Investeering, EEK
Väljaku rajamine	2 720 000
Õhutustorustik	465 000
Ventilaatorid	310 000
Ratastraktor	600 000
Sõelkopp-purusti	800 000
Kaal	400 000
Trummelsõel	2 500000
Kokku	7 795 000

Hoolduskuludest lisandub:

1 töötaja (osalise tööajaga) palgakulu	60 000 EEK/a
Elektrienergia kulu 60 kW; 8000 h	480 000 EEK/a
Kokku	540 000 EEK/a

Elektrienergia kulu on taandatud selliselt, nagu töötaks kaks 30 kW ventilaatorit 8 000 h aastas. Tegelikult võivad ventilaatorid olla teisaldatavad, sel juhul võib nende arv olla väiksem ja nad lülitatakse vaheldumisi erinevate õhutorude külge. Samuti pole vajadust nende pidevaks aastaringseks tööks.

Aasta peale taandatud investeeringukulude leidmiseks kasutame võrdsete laenu aastamaksete meetodit, ca 13% aastas kogu investeeringust. Seega investeeringukulud 1 013 350 EEK/aastas.

Sellise suurusega väljaku aastamaht on vähemalt 5000 tonni. Seega on komposteerimise aastased kulud 1 553 350 EEK/a ja erikulu **310,7 EEK/t**.

Juhul kui komposteeritavad kogused on väiksemad, muutub komposteerimine kallimaks, kuid mitte proportsionaalselt mahtudega, sest vähenevad vastavalt ka mitmed kulukomponendid: väljak tuleb väiksem, õhutustorustik lühem, ventilaatorite arv väiksem, elektri kulu väiksem jne.

Paraku on siintoodud kompostimismeetodid leidnud küllalt suurt vastuseisu elanike poolt, näiteks Soomes. Seda just eralduvate gaaside halva lõhna pärast. Vaatamata segamisele tekib ikkagi paiguti anaeroobne käärimine (mädanemine) koos kaasneva lõhnaga (peamiselt lämmastiku laguprodukt – ammoniaak). Samuti tuleb sundõhutusega vaalkomposti täiendavalt segada, sest õhutus on küllalt ebaühtlane. Seda aga kasutatud tehnoloogia ette ei näinud.

Ülaltoodud probleemist on vabam tunnel- ja trummelkompostimine.

1.3.1.2 Tunnel- ja trummelkompostimine

Need on kaasaegsed kompostimismeetodid. Ca 14000 t/a biojätmeid käitlev tunnelkompostimisjaam ning kombineeritud tunnel- ja trummelkompostimisjaamad vajavad järgmisi töötluspinde (Soome andmetel):

Rajatis	Tunnelkompostimine;	tunnel/trummelkomp.
Transpordiala rajatise ümber	4 000 m ²	4000 m ²
Eelkäitlusruum, soojustamata	1 000 m ²	650 m ²
Tunneliruum, betoonist	750 m ²	trumlrüüm 750 m ² , sh tehnil.r.
Tehniline ruum, soojustatud	300 m ²	tunneliruum 600 m ²
Kokku	6050 m ²	6000 m ²

Materjali teisaldus toimub rataslaaduriga, põrandad valmistatakse vettpidavast betoonist nõrgvee läbiimbumise vältimiseks. Tunneliruumid on betonelementidest või valatud võlvtarandid, mille põrandais on õhutuskanalid. Tehnilisse ruumi paigaldatakse õhupuhumise ja gaaside puhastuse seadmed.

Kui jaamas on kombineeritult ka trummelkompostimine, on eelkäitlusruumis ka trumlite

täiteseadmed, kohtpurustamine ja jäätmete teisaldamine. Trumliruumid võivad olla soojustatud hallid, trumlite paigutuseks tugevdatud põrandatega. Trumlites toimub komposti eelkäitlus.

1.3.1.3 Anaeroobse biokäitluse kulud

Olmejäätmete käitlemine anaeroobsel biotöötusel (mädandamisel) osutub Euroopa kogemuste põhjal tasuvaks, kui käideldakse minimaalselt 15 000 – 20 000 tonni olmejäätmeid aastas.

Tabel 1- 11 Anaeroobse töötlemise reaktori mahud olenevalt elanike arvust ja tekkivast olmereoveesette kogusest

Rahvaarv	Hinnanguline reoveesette kogus (m ³ /päev)	Reaktori suurus (m ³)
7000	1000	180
21000	3000	380
30000	4500	800
60000	9000	1350
200000	30000	3400

Kuigi Eesti kulutused on eeldatavasti odavamad kui Euroopas, tekivad selliseks töötluseks sobivad kogused eeldatavasti vaid Tallinnas ning mõningal määral ka Tartus. Soovitavaks peetakse selliseid koguseid eelkõige seetõttu, et anaeroobse käitlemise seadmed on kallid.

Kompostimisjaam tootlikkusega 14000 t/a on arvatud 3-nädalase viiteajaga, ning investeerimiskuludeks on orienteeruvalt 45 MEEK. Aastaseks investeringukuludeks võiksime võtta 5,85 MEEK.

Aastased käitluskulud, sh. teisaldusmasinate ost või rent, tugiaine (17500 m³/a) protsessi käivitamiseks, vesi (2000 m³/a), heitvee (500 m³/a) käitlus, elektrienergia (550000 kWh/a), heitgaaside (210 milj.m³) puhastuse ja hoolduse maksumus on kokku 3,8-4 milj. EEK/aastas.

Seega kogu aastased investeringu- ning käitluskulud kokku on hinnanguliselt **9,7 milj. EEK** aastas. Ühe tonni komposti käitlemise maksumuseks kujuneb seega ligi **693 EEK/tonn**.

Siinjuures pole arvestatud kulutusi komposti järelvalmimiseks. Hinnanguliselt on järelvalmimise käituskulud (segamine, trummelsõelumine) ca **43 EEK/t**. Seda kõigi komposteerimismeetodite puhul.

Seega anaeroobne biotöötlus on ligikaudu kaks korda kallim kui aun- ja vaalkompostimine. Selle evitamiseks oleks vaja tunduvalt tõsta prügi äraveo maksumust elanikele, kuid see pole lihtne protsess.

2 ERINEVATE AEROOBSETE JA ANAEROOBSETE KOMPOSTIMISTEHNOLOGIATE KESKKONNAKAITSELISE MÕJU JA MAJANDUSLIKU EFEKTIIVSUSE ANALÜÜS

2.1 Ülevaade biolagunevatest jäätmekogustest aastate lõikes

Euroopa Liidu direktiivi **1999/31/EÜ** kohaselt peab biolagunevate jäätmete prügilasse ladestamise vähendamise eesmärk olema tagatud ka biolagunevate jäätmete lahuskogumise, üldise sortimise, taaskasutamise ja ringlussevõtu kaudu. Praegu puudub Eestis vastav seadusandlus, mis kohustab jäätmeid (sh. biolagunevaid) eraldi koguma.

Jäätmeseaduse kohaselt, mis arvestab Euroopa Liidu direktiivi 1999/31/EÜ:

§134. Ladestatavate biolagunevate jäätmete koguse protsendiline piirang

Prügilasse ladestatavate olmejäätmete hulgas ei tohi biolagunevaid jäätmeid olla:

- 1) üle 45 massiprotsendi alates 2010. aasta 16. juulist;
- 2) üle 30 massiprotsendi alates 2013. aasta 16. juulist;
- 3) üle 20 massiprotsendi alates 2020. aasta 16. juulist.

Jäätmete koguse määramise tööde põhjal võib väita, et momendil on ladestatavate olmejäätmete hulgas hinnanguliselt **60-70%** biolagunevaid jäätmeid.

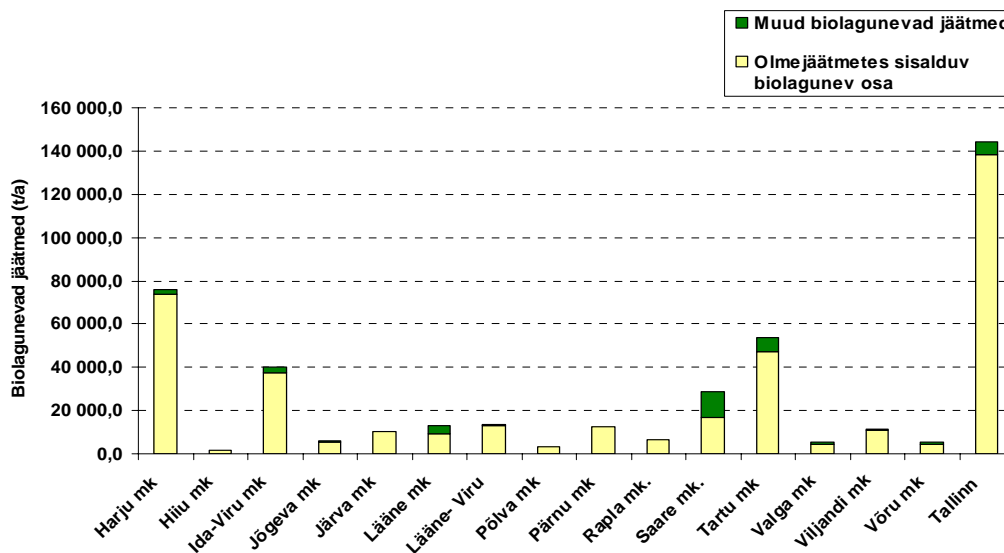
Teiste biolagunevate jäätmete nagu puidujäätmed, reoveesete ning põllumajanduse ja toiduainetetööstuse jäägid kogutakse eraldi ning suurel määral taaskasutatakse juba nende tekke iseloomu tõttu.

Järgnevalt on toodud maakondade lõikes 2003. aastal tekkinud olmejäätmete kogused, mis on võetud aluseks järgnevalt esitatud biolagunevate jäätmete koguste arvutamisel.

Tabel 2-1. Olmejäätmete teke aastal 2003, maakondade kaupa

Maakond	Olmejäätmed t/a
Harju	101858
Hiiu	2266
Ida-Viru	49437
Jõgeva	8070
Järva	14801
Lääne	7186
Lääne- Viru	17646
Põlva	4164
Pärnu	17233
Rapla	9188
Saare	6770
Tartu	57707
Valga	4937
Viljandi	14620
Võru	4062
Tallinn	188517
kokku	508464

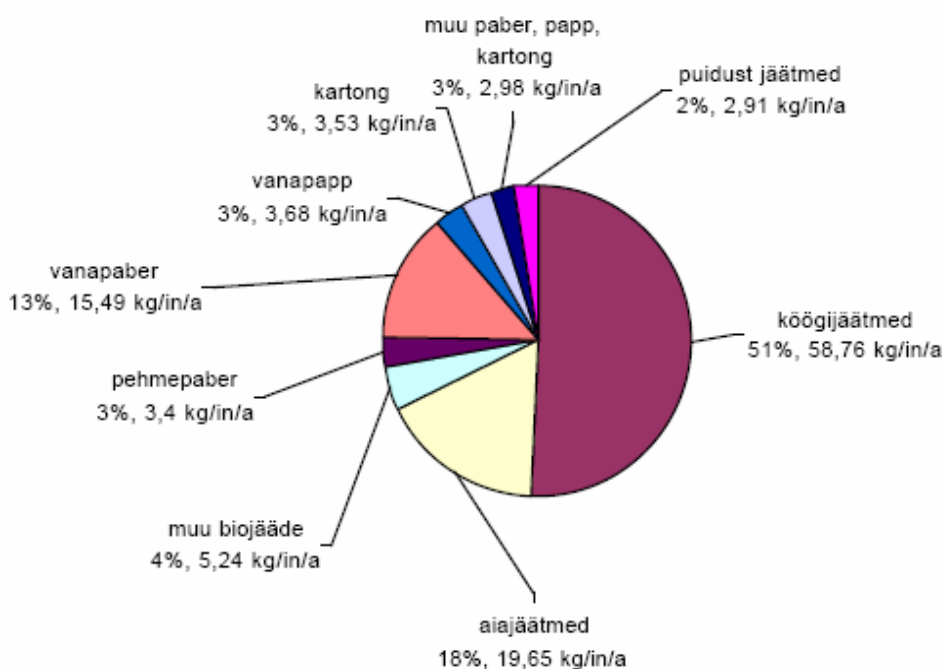
Tabelis 2-1. on toodud olmejäätmete kogused on võetud Biolagunevate jäätmete käitlemise I etapi töös toodud 2003 a. andmetele, kus jäätmekoguste määramisel kasutati KKM Info- ja Tehnokeskuse jäätmearuandluse andmebaasi.



	Harju	Hiiu	Ida- Viru	Jõgeva	Järva	Lääne	Lääne- Viru	Põlva	Pärnu	Rapla	Saare	Tartu	Valga	Viljandi	Võru	Tallinn	kokku
Olme- jäätmed	101858	2266	49437	8070	14801	7186	17646	4164	17233	9188	6770	57707	4937	14620	4062	188517	508464
Bio- lagunevad jäätmed (olme- jäätmetest)	71300	1586	34606	5649	10361	5030	12352	2915	12063	6432	4739	40395	3456	10234	2844	131962	355925

Joonis 3. Biolagunevate jäätmete teke 2003.a.

Joonisel 3. toodud biolagunevate jäätmete koguste arvutamisel on tuginetud tabelis 2-1 toodud olmejäätmete kogustele ning Tallinna Transpordi ja Keskkonnaameti tellimusel AS Entec poolt teostatud uuringule „Tallinna linna kodumajapidamistes tekkivate olmejäätmete koostise ja koguse uuring“. Toodud biolagunevate jäätmete tekke koguste hindamisel ei ole arvestatud jäätmekogustega, mis tõenäoliselt kompostitakse/utiliseeritakse põllumeeste poolt tekkekohas (näiteks loomade väljaheidet), samuti loomasöödana kasutatavaid tööstusjäätmeid (näiteks piirituse tootmisel tekkivad destilleerimisjäädid), ning olmereovee puhastusseteid, mis kompostitakse vee-ettevõtjate poolt (Tallinna Vesi AS, Pärnu Vesi, Viljandi Veevõrk, Tartu Veevõrk jne). Olmejäätmetes sisalduva biolaguneva osa määramisel lähtuti Tallinnas tekkivate jäätmete koostisest, kus biolagunevate jäätmete osakaal on hinnanguliselt 70%, nagu on näha allolevalt jooniselt 4.



Allikas: AS Entec

Joonis4. Biolagunevate jäätmete kogused ja jagunemine olmejäätmetes (Tallinnas)

Allolevatel joonistel on toodud hinnanguline olmejäätmetes sisalduvate biolagunevate jäätmete kogus, mida ei tohi ladestada prügimäele aastaks 2010, 2013 ja 2020. Hinnangulised kogused põhinevad Biolagunevate jäätmete käitlemise I etapi töös toodud 2003 a. andmetele, kus jäätmekoguste määramisel kasutati KKM Info- ja Tehnokeskuse jäätmearuandluse andmebaasi arvestamata jäätmete hulga kasvuprognoose ning eeldusel, et olmejäätmetes sisaldub hinnanguliselt 70% biolagunevaid jäätmeid. Jäätmetekke kasvuprognosis on jäetud arvestamata selle tõttu, et erinevates kirjandusallikates on olmejäätmete kasvuks hinnatud ca 3% aastas, mis kogustesse arvatuna on suhteliselt väike erinevus. Samas võib ka eeldada, et jäätmete kogumisprotseduuride keerukamaks muutumisel (eelsorteerimine, kallim hind) muutuvad inimeste tarbimisharjumused jäätmete vähenemise suunas.

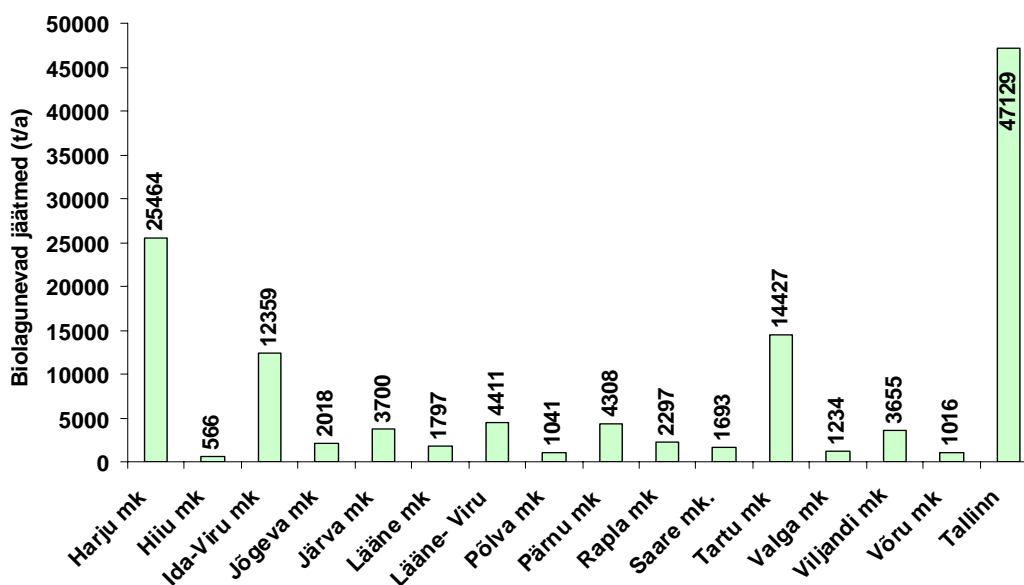
Aastateks 2010, 2013, 2020 eraldatavad biolagunevad jäätmete kogused on arvatud järgneva meetodikaga:

Arvesse on võetud jäätmeseadusest tulenevaid nõudeid prügilasse ladestatavate biolagunevate jäätmete koguste osas ning asjaolu, et olmejäätmetes sisaldub hinnanguliselt 70%

biolagunevaid jäätmeid.

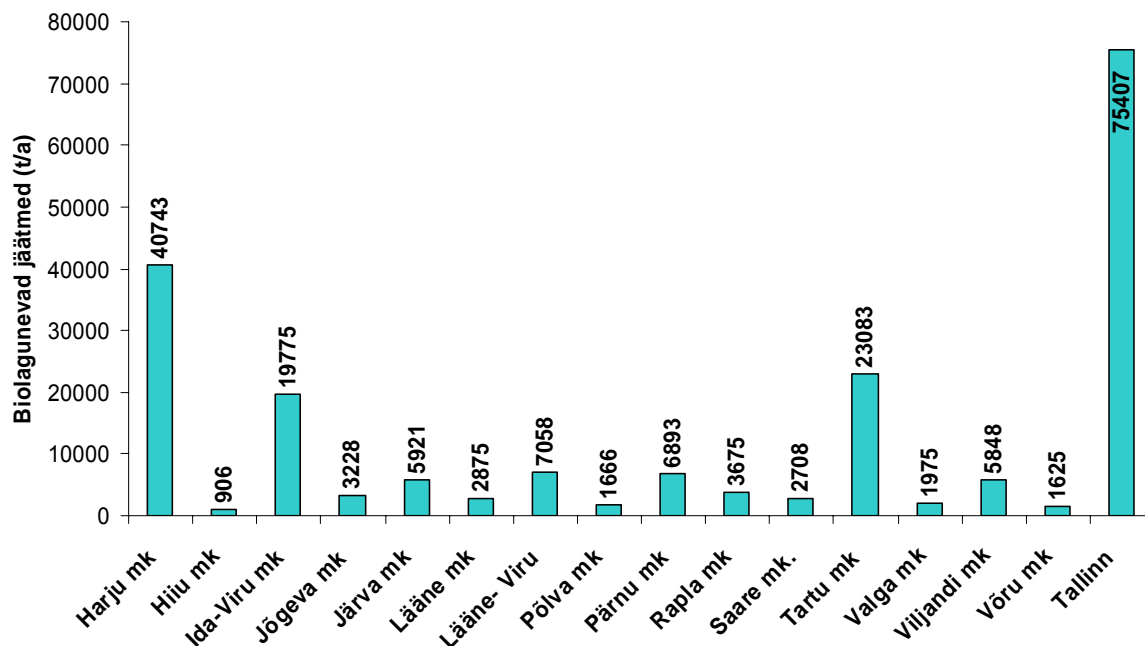
Tabel 2-2 Arvutusmetoodika 1000 tonni olmejäätmete näitel

	Ladestatavad biolagunevad jäätmed	Olmejäätmetest eraldatavad (kompostimiseks) biolagunevad jäätmed	Muud (olmejäätmetes sisalduvad) ladestatavad jäätmed	kokku
2003	70% (700 t)	-	30% (300 t)	100%
2010	45% (450 t)	25% (250 t)	30% (300 t)	100%
2013	30% (300 t)	40% (400 t)	30% (300 t)	100%
2020	20% (200 t)	50% (500 t)	30% (300 t)	100%



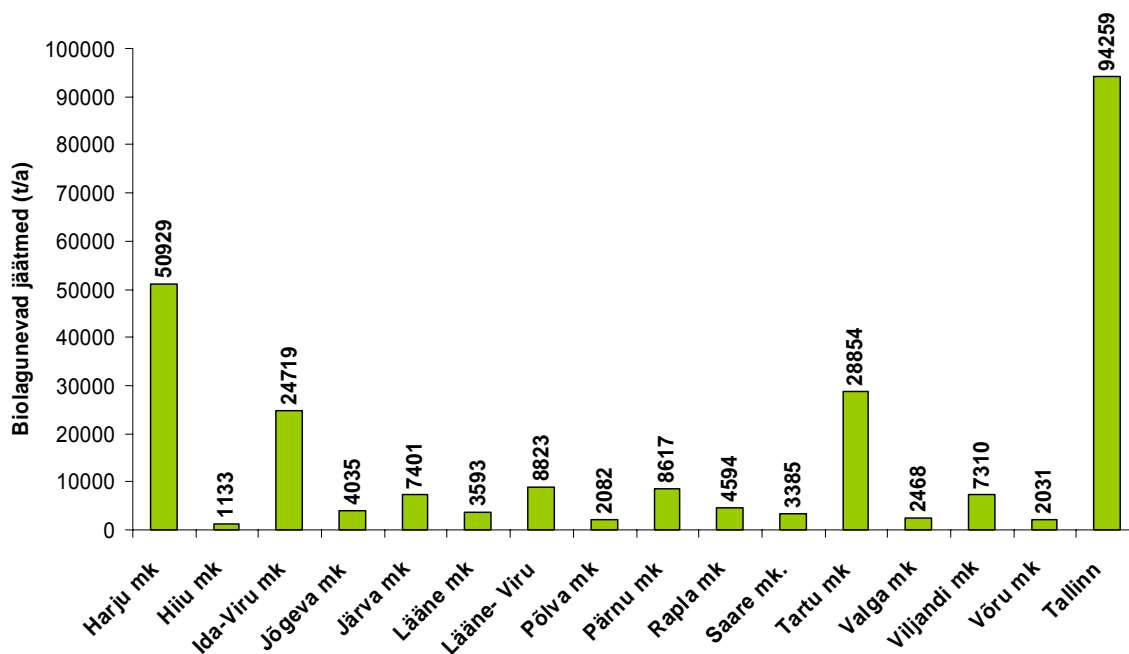
Joonis 5. Olmejäätmetes sisalduv biolagunevate jäätmete kogus, mida ei tohi ladustada prügmäele aastal 2010 (arvestades 45 massiprotsendi nõuet)

Jooniselt on näha, et üle 2500 t/a biolagunevaid jäätmeid (olmejäätmetes sisalduv kogus, mis tõenäoliselt ei vaja prügiveo maksumuse tõstmist) tuleb komposteerida aastaks 2010 Tallinnas, Harju, Ida-Viru, Tartu, Lääne-Viru, Pärnu, Viljandi ja Järva maakondades. Kõige väiksemad olmejäätmetes sisalduvad biolagunevate jäätmete kogused on Hiiumaal (556 t), Võrumaal (1016 t) ja Põlvamaal (1041 t).



Joonis 6. Olmejäätmetes sisalduv biolagunevate jäätmete kogus, mida ei tohi ladustada prügimäele aastal 2013 (arvestades 30 massiprotsendi nõuet)

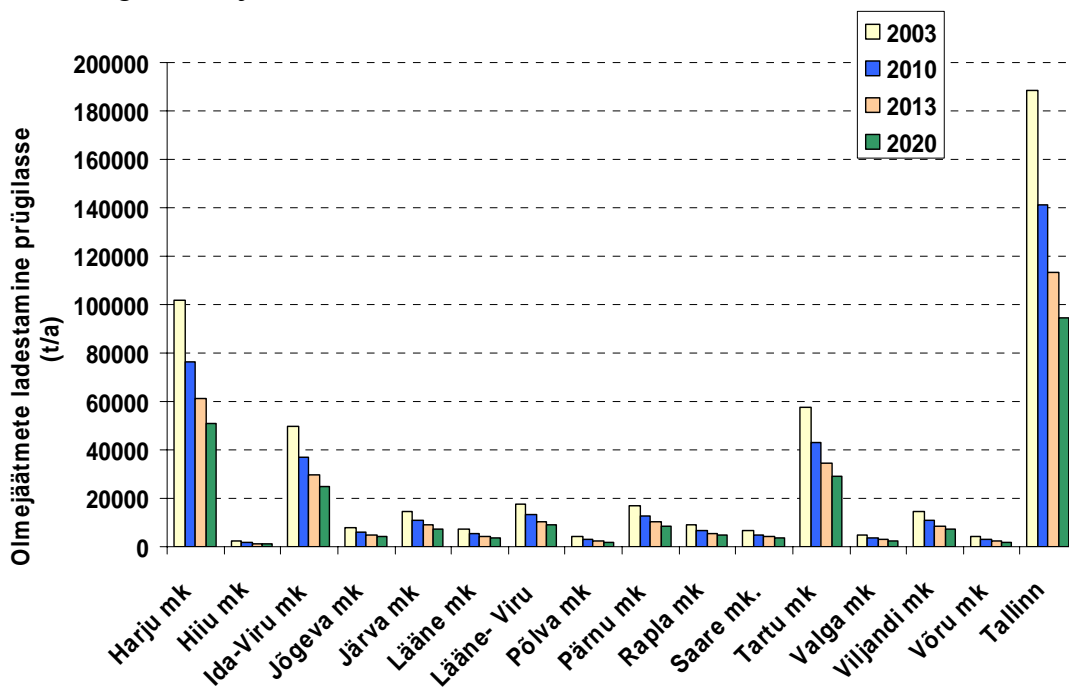
Aastaks 2013 tuleb kompostida 2500 t/a biolagunevaid jäätmeid lisaks Tallinnale, Harju, Ida-Viru, Tartu, Lääne-Viru, Pärnu, Viljandi ja Järva maakondadele ka Jõgeva, Lääne, Rapla ja Saare maakondades.



Joonis 7. Olmejäätmetes sisalduv biolagunevate jäätmete kogus, mida ei tohi ladustada prügimäele aastal 2020 (arvestades 20 massiprotsendi nõuet)

Hiiu, Põlva, Valga ja Võru maakondades jääb ka aastaks 2020 töötlemist (kompostimist) vajavate olmejäätmetes sisalduvate biolagunevate jäätmete hulk alla 2500 t/aastas.

Allpool toodud jooniselt on näha, kuidas väheneb aastaks 2020 olmejäätmete ladustamine prügilatesse maakondade kaupa. Hinnangulised kogused põhinevad 2003. aastal tekkinud jäätmekogustel, arvestamata jäätmete hulga kasvuprognose ning tuginevad eelpooltoodud eraldatavate biologunevate jäätmete sisalduse arvutamise meetodikale.



	Harju	Hiiu	Ida-Viru	Jõgeva	Järva	Lääne	Lääne-Viru	Põlva	Pärnu	Rapla	Saare	Tartu	Valga	Viljandi	Võru	Tallinn
2003	101858	2266	49437	8070	14801	7186	17646	4164	17233	9188	6770	57707	4937	14620	4062	188517
2010	76393	1699	37078	6053	11101	5390	13234	3123	12925	6891	5078	43281	3703	10965	3047	141388
2013	61115	1360	29662	4842	8881	4312	10588	2498	10340	5513	4062	34624	2962	8772	2437	113110
2020	50929	1133	24719	4035	7401	3593	8823	2082	8617	4594	3385	28854	2468	7310	2031	94259

Joonis 8. Prügilasse ladestavate olmejäätmete kogused aastatel 2010, 2013 ja 2020

2.2 Hinnang majanduslikule efektiivsusele, arvestades tehnoloogia maksumust (EEK/t kohta), teeninduskulu, lõpp-produkti (kompost, gaas) kasutatavust või müüdavust

Kompostimismeetodite maksumust on põhjalikumalt käsitletud punktis 1.3.1. Ka seal on lähtutud meie põhjanaabrite kogemustest, kuna Eestis sellealased kogemused puuduvad. Vajaliku tehnika mahu hindamisel on lähtutud Tallinna uue prügila esimestest kogemustest kompostimise evitamisel.

Kompostimise maksumusel ei saa ehitada graafikut alates 0-st kuni ladestushinnani, sest enamik kompostimise meetodeid muutuvad majanduslikult teostatavaks alles alates aastakogustest üle 2000 t/a. See tähendab, et väiksemate koguste tarbeks ei tasu kallist tehnikat soetada.

Tabel 2-3 Kompostimise eeldatavad maksumused

Nr	Variant	Investeeringu aastamakse EEK/a	Seadmete, tööjõu, jm. kulud EEK/a	Kulud kokku EEK/a	Erimaksumus/t jäätmete kohta aastas EEK/t a	Eeldatav Realisats. hind EEK/t
Aeroobne kompostimine, aastamahuga 2500-5000t/a						
1	Oma väljak ja seadmed	736 000	110 000	846 000	338	50 (kompost)
2	Oma väljak, renditeenus	176 800	958 000	1 134 800	454	50 (kompost)
3	Oma väljak, uus aunasegaja	1 105 000	110 000	1 215 000	486	50 (kompost)
Anaeroobne kompostimine, aastamaht vähemalt 14 000t/a (3-nädalaste perioodidega)						
4	Aastamaht 14000 t/a	5 850 000	3 850 000	9 700 000	693	60-134* (biogaas)
Põletamine spetsiaalses 25MW põletusseadmes soojuse tootmiseks						
5	Aastamaht 130 000 t	50 700 000	25 750 000	76 450 000	625	260

* - biogaasi saagis sõltub, kas töödeldavad jäätmed on kõrge või madala kvaliteediga

Toodud tabelist näeme, et aeroobse kompostimise erimaksumus jäätmete kohta algab 338 EEK/t kuni 486 EEK/t, ning suuremate aastakoguste puhul (2500-5000 t/a) maksumus langeb (vt. Diagrammi p. 1.3.1). Arvestades võimalikku komposti realisatsiooni tulevikus, langevad ülaltoodud hinnad ca 50 EEK/t võrra. Seega võime rääkida hinnatasemest 288-436 EEK/t. See näitab, et praeguse nn. „väravahinnaga“ 430 EEK/t võib kompostimisega tegeleda. Kuid seda vaid küllalt suurte aastamahtude puhul.

2.2.1 Mõjutegurite analüüs ja järeldused soovitatavate tehnoloogiate kohta

Ülaltoodud tabelist lähtub, et tehnoloogiad on väga erinevad, eeldavad väga erinevaid töötlusmahusid ning omavad väga erinevaid investeeringu- ning töötlemiskulusid.

Tabel 2 – 4 Erinevate käitlusmeetodite võrdlus

Käitlusmeetod	Töötlusmaksumus EEK/t	Saaduse realisatsioon EEK/t kohta	Vajalik „väravahind“ EEK/t
Aeroobne kompostimine	338-486	50	288-436
Anaeroobne kompostimine	693	60-134	559-633
Põletamine põletusseadmes	625	260	365

Tabeli 2–6 põhjal võib öelda, et olemasolevate ladestusmaksumuse ehk „väravaraha“ piiridesse mahuvad vaid aeroobne kompostimine ja põletamine põletusseadmes. Anaeroobne kompostimine nõuab aga kõrgemat „väravaraha“, ehk muutub tulusaks juhul, kui prügiveo hind tarbijaile tõuseb.

Seega on praegu Eestis eelistatumaks aeroobne kompostimine, seejuures on võimalik siin ka märksa paindlikum hinnakujundus ja käitlusmahud.

Teiseks valikuks oleks põletamine. Kuid põletamine nõuab nii suuri investeeringuid ning

tootmistahtusid, et see on jõukohane vaid energiatootjate huvi korral. Samas piisaks vaid 2-3 põletusseadmest vabariigis, et lahendada kõigi olmejäätmete käitlemine täielikult.

2.3 Võimalike keskkonnamõjutuste hinnang erinevatele tehnoloogiatele

Keskkonnakaitseliselt on eelistatum prügilasse bioloogiliselt lagundatavate jäätmete ladestamise asemel kasutada kompostimist (aeroobset biotöötlust) või anaeroobset biokäitlust. Keskkonnale kahjutum nimetatud meetoditest on anaeroobne biotöötlus, kuna õhuheitmeid tekib vähem. Kuid odavamaks osutub kompostimine.

2.3.1 Jäätmete aeroobse käitlemise eelised ja puudused

Kompostimise puuduseks on kulukas pinnase või kompostitava materjali transportimine kompostimisplatsile ning seeläbi keskkonna oluline häirimine, lisaks vedelate ainete kompostimise puhul suur tugiainete hulk. Komposteerimise puuduseks on ka haisu teke, mis on põhjamaades kutsunud esile elanike vastuseisu. Kogemused on näidanud, et kompostimisprotsessi ei suudeta alati hästi juhtida (piisava sagedusega vaalusid või aunasid segada), millest tuleneb ka ebameeldiv lõhn (valdavalt lämmastiku laguprodukt – ammoniaak).

Tabel 2-5 Emissioonid õhku aeroobsel kompostimisel

Gaas	Emissioonid (g/t kompostitud jäätmete kohta)
CO ₂	350,000
CH ₄	983
N ₂ O	11
Ammoniaak	371
Lenduvad orgaanilised ühendid	24

Näeme, et õhku paisatavate kasvuhoonegaaside kogus aeroobsel kompostimisel on suur. Samuti tuntav on kahjulike haisugaaside (ammoniaak) osakaal.

2.3.2 Jäätmete anaeroobse töötlemise eelised ja puudused

Anaeroobse biotöötluse rakendamine jäätmete käitlemisel vähendab kasvuhoonegaaside emissioone. Anaeroobne kääritusseade maksimeerib metaani tootmise, kuid ei emiteeri gaase atmosfääri. Anaeroobne kääritamine on võimalus energia tootmiseks ilma süsiniku emissioonide suurendamiseta. Anaeroobse kääritusprotsess viiakse läbi taastuva toormaterjaliga, mistõttu ei kahane niigi lõppevad fossiilse kütuse varud, samuti väheneb sõltuvus fossiilsetest kütustest. Anaeroobse töötlemise jääkprodukti kasutamine väetisena, vähendab vajadust toota sünteetilisi väetisi, mille tootmiseks kasutatakse energiat. Anaeroobne töötlemine vähendab ka ohtu pinnase ja veekogude saastumiseks, võrreldes töötlemata loomaväljaheidete põldudele laotamisega. Anaeroobsel loomaväljaheidete töötlemisel väheneb 80% ulatuses ebameeldiv lõhn ning samuti hävinevad umbrohu seemned, mistõttu väheneb vajadus umbrohu tõrjeks. Rahalises mõttes seisneb anaeroobse töötlemise

kasu jäätmete ümbertöötlemisest kasulikeks produktideks: energiaks, kompostiks ja/või väetiseks.

Puuduseks võib pidada eelkõige suuri kapitalimahutusi ning kõrgeid käitamiskulusid. Kulused on võimalik vähendada kasutades anaeroobset käitlust integreerituna energia ja väetise tootmiseks ning jäätmemajanduse parandamiseks.

Tabel 2-6 Emissioonid õhku anaeroobsel biokäitllemisel

Keemiline ühend	g/tonni anaeroobsel käideldud jäätmete kohta
CO ₂	440,000
CH ₄	0
NO _x	10
N ₂ O	0
SO _x	2,5
HCl	0,011
HF	0,0021
H ₂ S	0,033
HC	0,0023

3 OPTIMAALSEIMA LAHENDUSE LEIDMINE BIOLAGUNEVATE JÄÄTMETE KÄITLUSKESKUSTE VÖRGUSTIKU RAJAMISEKS VABARIIGIS

Biolagunevate jäätmete kolmetasandiline käitlussüsteem:

Esmatasandiks jäätmete käitlemisel on jäätmete kohtsorteerimine kodumajapidamistes ja asutuste juures ning kohtsorteeritud jäätmete kogumine kodumajapidamiste ja asutuste juures. Kohtsorteeritud jäätmeid kogutakse **jäätmekogumispunktis** ja/või teise tasandi jäätmekogumisjaamas. Jäätmekogumispunktis kogutud taaskasutatavad jäätmed suunatakse edasi sekundaarse toorme kokkuostjale või tarbijale. Esmatasandi juurde kuulub ka **kompostimine** aias või ühiskompostis. Era- kui ka üldkasutatavatel haljasaladel, parkidest ja kalmistutelt kogutud jäätmete kompostimine peaks toimuma eraldi teistest biojätmetest selleks ettenähtud kompostimisplatsil (kalmistute parkide maa-aladel või reoveepuhastusjaamade juures).

Teisel tasandil toimub kohtsorteeritud jäätmete kogumine elanikkonnalt ja ettevõtetelt **jäätmekogumis- või sorteerimisjaamades**. Jäätmekogumis- või sorteerimisjaamast suunatakse jäätmed sekundaarse toorme kokkuostjale või tarbijale. Vastavalt vajadusele toimub järelsorteerimine ja mõningane jäätmete käitlemine. Teisel tasandil toimub ka olmejäätmetes sisalduvate biojätmete kompostimine (eraldi kogutud või kohapeal olmejäätmetest väljasorteeritud biojätmed). **Teise tasandi** biolagunevate jäätmete käitluskohaks võib olla ka näiteks reoveepuhastite territooriumitele rajatud kompostimisplats, kus on võimalik käidelda ka olmejäätmetes sisalduvat biolagunevat fraktsiooni.

Kompostväljaku rajamisel jäätmejaama ühe osana peab lähtuma järgnevast:

- Jäätmejaama maa-ala peab olema piisavalt suur;

- Teeninduspiirkonnas on olemas biolagunevate jäätmete tekitajad eelkõige korruselamute elanike näol (eramutes peaks edendama ja soodustama kompostimist oma kompostriga);
- Võimalus juhtida ära kompostväljakult kogutavat saju- ja nõrgvett;
- Vahemaa lähimate elamuteni 200–300 m.

Kolmandaks tasandiks on suured regionaalsed jäätme keskused. Sellesse tasandisse kuuluvad prügilad ja suured jäätmete taaskasutusõlmed. Suurtesse jäätmekäitluskeskustesse rajatakse samuti kompostimisväljakud, kus hakatakse kompostima jäätmekäitluskeskusesse toodud sorteeritud biolagunevaid jäätmeid.

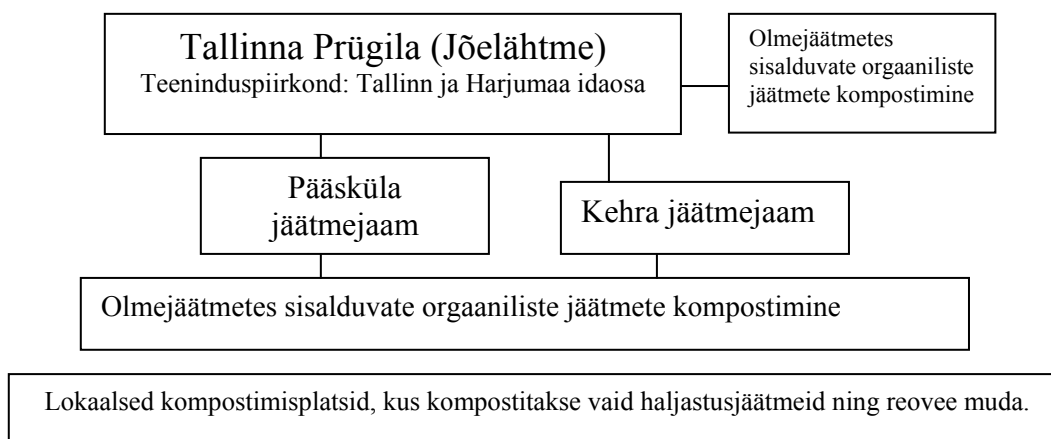
Jäätmete kogumise ja käitlemise üksuste kirjeldused Maakondlike jäätmekavade kohaselt on toodud LISAS 1.

3.1 Käitluskeskuste arvu ja võimalike asupaikade määrang, lähtudes sobivaimatest mahtudest, kompostimistehnoloogiast ja minimaalsematest investeeringutest (ka ühikinvesteeringust) ning käitluskuludest

Tuginedes üleriigilisele jäätmekavale ning eelnevale informatsioonile on võimalik välja pakkuda järgnev biolagunevate jäätmete käitlemise süsteem: lokaalselt kompostitakse parkide, kalmistute, haljastuse jäätmeid ning reoveepuhastite muda. Jäätmejaamades tuleb võimalusel ette näha kompostimisplatsi rajamine ning seal sorteeritud/vastu võetud olmejäätmetes sisalduvate biolagunevate jäätmete kompostimine. Võimalusel võib rajada biolagunevate jäätmete kompostimisplatsid reoveepuhastite juurde ning kompostida koos reoveesetide ja olmejäätmetes sisalduvat biolagunevat fraktsiooni. Suurtes jäätme keskustes (kavandatud 8 tükki) toimuks samuti olmejäätmetes sisalduvate biolagunevate jäätmete kompostimine. Kui jäätmejaamadesse ning reoveepuhastusjaamade juurde ei ole võimalik rajada kompostimisväljakut transporditakse biolagunevad jäätmed (olmejäätmetes sisalduvad) suurde jäätme keskusesse kompostimisväljakule.

Alljärgnevatel joonistel on toodud ainult need jäätmejaamad ja biolagunevate jäätmete käitluskohad, kus võiks kompostida ka olmejäätmetes sisalduvaid biolagunevaid jäätmeid.

3.1.1 Tallinna Prügila teeninduspiirkond: Harju maakond ja Tallinn



Joonis 9. Tallinna Prügila teeninduspiirkonna biolagunevate jäätmete käitlemine

Tallinna Prügila pindalast 5 ha on projektis ette nähtud kompostimiseks (praegu valmis 0,75 ha). Kompost segatakse turba ja saepuruga. Hetkel kasutatakse komposti prügimäe katmiseks. Peamine biolagunev materjal, mida kasutatakse kompostimiseks: ladude riknenud juurviljad, aia- ja metsajäätmed, Talleggi munatsehhi munakoored, Saku õlletehase õllefiltrite täidis (sh mineraalosa), riknenud kala, pakendatud realiseerimistähtaja ületanud tooted. Tallinna prügilal on plaanis laiendada kompostimisväljakut 5000 m² ja rajada aunade sundõhutussüsteem, mis võimaldab väiksemal pindalal rohkem jäätmeid kompostida. Samuti uuritakse prügila gaasi kogumise ja metaani tootmise võimalusi.

Harjumaa ja Tallinn

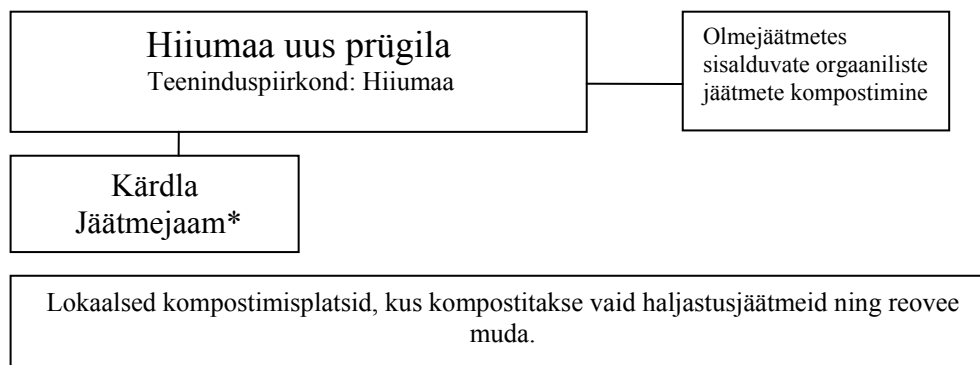
Harjumaal (va. Tallinn) tekkis 2003 aastal olmejäätmetes sisalduvat biolagunevat fraktsiooni 71 300 t ja Tallinnas 131 962 t.

Tabel 3 - 1. Biolagunevate jäätmete kogus, mida ei tohi ladestada prügimäele Harjumaal ja Tallinnas

Aasta	Harjumaa (va. Tallinn)	Tallinn	Kokku
2010	25 464 t	47 129 t	72 593 t
2013	40 743 t	75 407 t	116 150 t
2020	50 929 t	94 259 t	145 188t

Riiklikus jäätmekavas on välja pakutud Pääsküla ja Kehra jäätmejaamade rajamine. Nendes jäätmejaamades võiks samuti toimuda olmejäätmetes sisalduva biolaguneva fraktsiooni kompostimine lisaks Tallinna Prügila kompostimisväljakule, sest Tallinnas ja Harjumaal tekkivate olmejäätmetes sisalduvate biolagunevate kogused on suhteliselt suured.

3.1.2 Hiiumaa uue prügila teeninduspiirkond: Hiiumaa maakond



* Kärdla jäätmejaama tõenäoliselt kompostimisplatsi ei rajata

Joonis 10. Hiiumaa uue prügila teeninduspiirkonna biolagunevate jäätmete käitlemine

Hiiumaal tekkis 2003. aastal olmejäätmetes sisalduvat biolagunevat fraktsiooni 1586 tonni.

Tabel 3 - 2. Biolagunevate jäätmete kogus, mida ei tohi ladestada prügimäele Hiiumaal

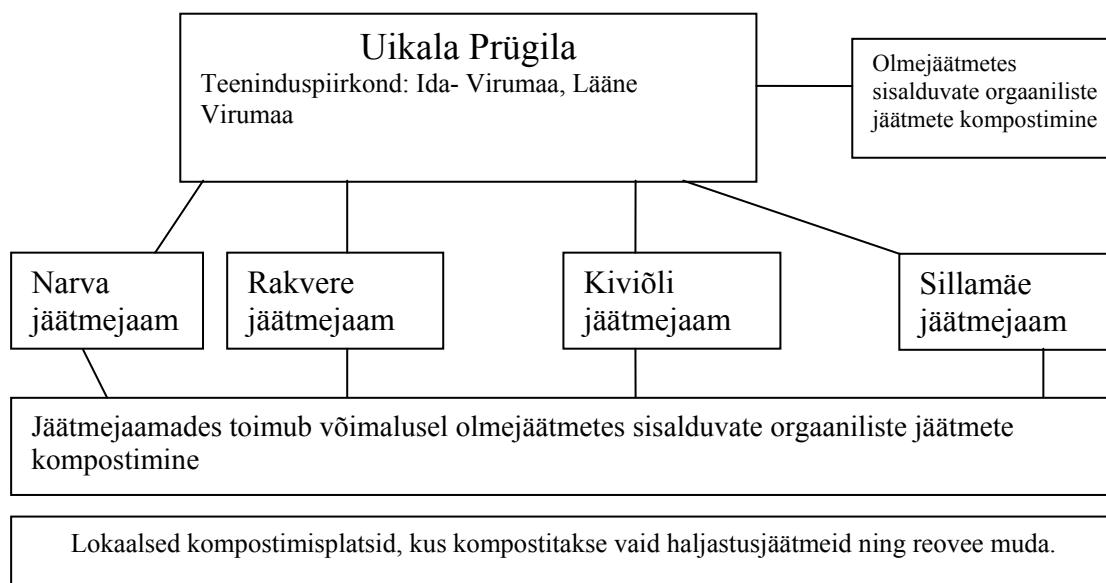
Aasta	Hiiumaa
2010	566 t
2013	906 t
2020	1133 t

Hiiumaale rajatakse uus prügila Käina lähedale. Uude prügilasse rajatakse kompostimisväljakud, kus hakatakse kompostima ka olmejäätmetes sisalduvaid biolagunevaid jäätmeid. Kärdla jäätmejaama (plaanitud põhiliselt jäätmete vastuvõttu kohana) tõenäoliselt kompostimisväljakut ei rajata.

Kärdla veepuhastusjaam plaanib alustada veepuhastusjaama jääkmuda kompostimist.

2004.a. moodustati Hiiumaal mittetulundusühing kompostimisväljaku rajamiseks. Kompostimisväljakul plaaniti kalajäätmete ja reoveepuhastite muda kompostimist. Täna on välja valitud kompostimiseks koht, millele teostatakse keskkonnamõjude hindamist, kuid seoses kalatööstuse pankrotiga on hetkel mittetulundusühingu tegevus peatatud.

3.1.3 Uikala Prügila teeninduspiirkond: Ida- Viru Maakond ja Lääne– Viru Maakond



Joonis 11. Uikala Prügila teeninduspiirkonna biolagunevate jäätmete käitlemine

Uikala prügilas on olemas kompostimisväljak. Üleriigiline jäätmekava näeb ette jäätejaamade rajamise Ida-Virumaa suurematesse keskustesse. Samuti võiks rajada suurematesse Ida-Virumaa keskustesse ka biolagunevate jäätmete käitluskoha, kas jäätmejaama territooriumile või mujale.

Ida – Viru Maakond

Ida-Virumaal tekkis 2003. aastal olmejäätmetes sisalduvat biolagunevat fraktsiooni 34 606 tonni.

Tabel.3 - 3 Biolagunevate jäätmete kogus, mida ei tohi ladestada prügimäele Ida-Virumaal

Aasta	Ida- Virumaa
2010	12 359 t
2013	19 775 t
2020	24 719 t

Suuremat osa Ida-Virumaast teenindab Uikala prügila; Ida-Virumaa lääneosa teenindab Torma prügila, kuhu on samuti kavas rajada kompostimisväljak.

Vaivara vallas Olgina külas tegeleb jäätmete kompostimisega OÜ Senida. Kompostitavateks jäätmeteks on puidujäätmed, paber ja papp, aia- ja haljastusjäätmed, olmereovee puhastussetted, köögi- ja sööklajajäätmed.

Lääne – Viru Maakond

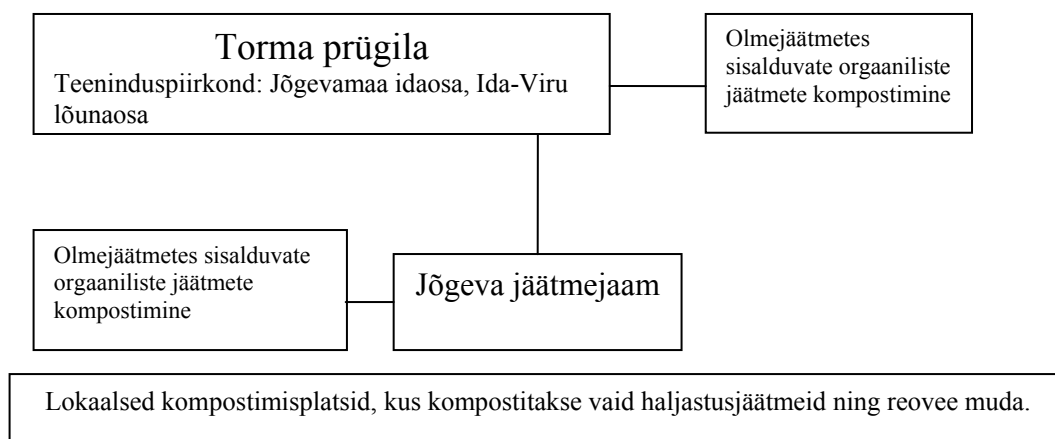
Lääne-Virumaal tekkis 2003. aastal olmejäätmetes sisalduvat biolagunevat fraktsiooni 12352 tonni.

Tabel.3 – 4. Biolagunevate jäätmete kogus, mida ei tohi ladestada prügimäele Lääne-Virumaal

Aasta	Lääne- Virumaa
2010	4411 t
2013	7058 t
2020	8823 t

Lääne-Virumaad teenindab Uikala prügila, kuhu on rajatud kompostimisväljak. Samuti rajatakse Lääne-Viru maakonda (Rakvere linna lähedale) maakondlik jäätmekeskus, kus hakatakse kompostima olmereovee puhastite setteid, aia- ning haljastusjätmeid ja olmejäätmetes sisalduvaid biolagunevaid jätmeid. Kompostimisväljak rajatakse esialgu tootlusega 3000 t/a.

3.1.4 Torma prügila teeninduspiirkond: Jõgevamaa idaosa ja Ida – Virumaa lõunaosa



Joonis 12. Torma Prügila teeninduspiirkonna biolagunevate jäätmete käitlemine

Torma prügila asub Jõgevamaal. Torma prügilasse on plaanis rajada kompostimisplats, kus hakatakse kompostima Mustvee piirkonna olmejäätmetes sisalduvat biolagunevat fraktsiooni, eraldi olmejäätmete kompostimisplatsi Mustveesse ei rajata.

Jõgeva Maakond

Jõgevamaal tekkis 2003. aastal olmejäätmetes sisalduvat biolagunevat fraktsiooni 5649 tonni.

Tabel 3 - 5. Biolagunevate jäätmete kogus, mida ei tohi ladestada prügimäele Jõgevamaal

Aasta	Jõgevamaa
2010	2018 t
2013	3228 t
2020	4035 t

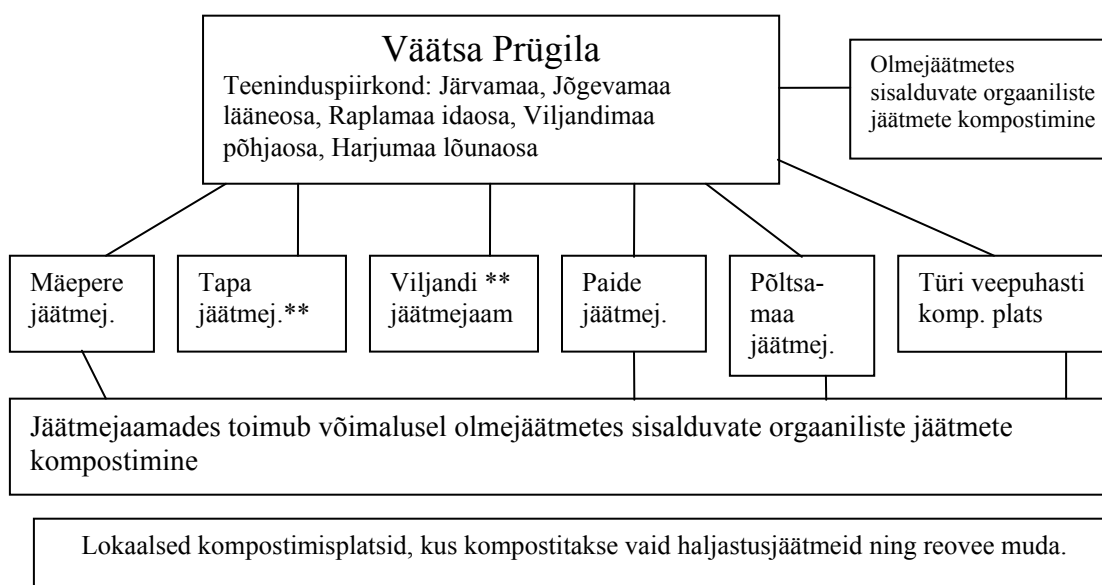
Jõgeva ja Põltsamaa jäätmejaamadesse rajatakse kompostimisplatsid. Kompostitav materjal oleks olmejäätmetest eraldatud biolagunev fraktsioon (Jõgeva linnas võimaluse korral lisanduks ka reoveesette muda). Põltsamaa jäätmejaam rajatakse Puhu-Risti piirkonda. Jõgevamaal tekib ka erinevaid tööstusjätmeid, mida on samuti võimalik kompostida: AS

Põltsamaa Felix tootmisjäätmed, kalatööstuse, veinitööstuse, piimatööstuse ning õlitööstuse jäätmed.

Sõnnikukomposti valmistatakse enamuses Jõgevamaa põllumajandusettevõtetes. Aia- ja toidujäätmete komposti valmistamise harjumus on säilinud eramute piirkonnas nii maal kui linnades.

Torma prügilale lisaks teenindab Jõgevamaad ka Väätsa prügila. Põltsamaale rajatav jäätmejaam kajastub Väätsa prügila teeninduspiirkonna joonisel.

3.1.5 Väätsa Prügila teeninduspiirkond: Järva Maakond, Jõgevamaa lääneosa, Raplamaa idaosa, Viljandimaa põhjaosa, Harjumaa lõunaosa



* - Kuna OmavalitsusteLiit plaanib Lääne-Viru jäätmejaama rajamist Rakvere lähikonda, siis tuleb ilmselt ka Tapa olmejäätmed kompostida seal.

** - Kuna rajatav jäätmejaam asub Viljandi linna territooriumil, siis plaanitakse seal haljastusjäätmete kompostimist, kuid mitte olmejäätmete töötlemist haisuprobleemide tõttu. Need tuleks viia Väätsa prügilasse.

Joonis 13. Väätsa Prügila teeninduspiirkonna biologunevate jäätmete käitlemine

Väätsa prügila teenindab Järvamaad ja Raplamaad, samuti osaliselt Viljandi, Lääne-Viru- ja Jõgevamaad. Teeninduspiirkonna suuruseks on seega planeeritud 100 000 inimest, kus jäätmeid tekib kogukaaluga 20 000 tonni aastas.

Väätsa prügilasse on rajatud biologunevate jäätmete kompostimisplats (1/3 hektarit), mis vastab kõikidele nõuetele.

Järva Maakond

Järvamaal tekkis 2003. aastal olmejäätmetes sisalduvat biologunevat fraktsiooni 10 361 tonni.

Tabel 3 - 6. Biolagunevate jäätmete kogus, mida ei tohi ladestada prügimäele Järvamaal

Aasta	Järvamaa
2010	3700 t
2013	5921 t
2020	7401 t

Järva Maakonda rajatakse lisaks Väätsa prügilale ka Paide linna jäätmekeskus, kus hakatakse samuti biolagunevaid jäätmeid kompostima.

Paide linna reovete puhastusseadmete setteid kompostitakse segatuna turbaga, Türi linna puhasti muda ladestatakse settebasseini, kompostimist ei teostata. Enamikes väikepuhastites viiakse tekkiv muda põllule väetiseks. Türi linna veepuhasti juurde plaanitakse rajada 2007. aastal kompostimisplats, kus hakatakse kompostima ka olmejäätmetes sisalduvat fraktsiooni.

Järva-Jaani E-Piima puhastil on samuti olemas luba erinevate materjalide kompostimiseks.

Lokaalsetel kompostimisplatsidel toimub bioloogiliselt lagunevate jäätmete (haljastus-, kalmistu-, toiduainejäätmete, reoveesete jne) kompostimine. Kompostimisplatside optimaalne arv ja asukohad määratakse kohaliku omavalitsuse jäätmekavas.

Raplamaa

Raplamaal tekkis 2003. aastal olmejäätmetes sisalduvat biolagunevat fraktsiooni 6432 tonni.

Tabel 3 – 7. Biolagunevate jäätmete kogus, mida ei tohi ladestada prügimäele Raplamaal

Aasta	Raplamaa
2010	2297 t
2013	3675 t
2020	4594 t

Kõik ladestamist vajavad jäätmed viiakse maakonnast välja nõuetele vastavatesse prügilatesse (ennekõike Väätsa prügilasse). Olmejäätmetest eraldatud orgaanilised jäätmed kogutakse kokku maakondlikkuse jäätmejaama, kus toimub nende kompostimine. Haljasaladel kogutud kompostitavaid jäätmeid hakatakse lisaks maakondlikule kompostimisväljakule käitlema ka kohalikes jäätmekogumiskeskustes. Reoveesete veetustatakse ning siis suunatakse kohalike jäätmekogumiskeskuste ja maakondliku jäätmejaama juures olevatele kompostimisväljakutele.

Rapla Maakonda on Mäepere prügila maa-alale rajatud **maakondlik jäätmejaam**. **Mäepere jäätmejaama** omanik on MTÜ Raplamaa Jäätmekäitluskeskus ning seda käitab Ragn Sells AS. Mäepere jäätmejaamas toimub tava- ja ohtlike jäätmete vastuvõtt, kogumine, ettevalmistamine taaskasutamiseks. Olmejäätmed pressitakse kokku ja veetakse Väätsa prügilasse. Taaskasutatavate jäätmete kogumise ja töötlemise tsoon ehitatakse välja teises järgus ning sisaldab ka kompostimis-filtreerimisväljakute ning settetiigi rajamist.

Rapla Maakonda luuakse ka **kohalikud jäätmekogumiskeskused** Kohila, Märjamaa ja Järvakandi alevisse. Mõeldud on see ühele või mitmele omavalitsusele, kus kogutakse ennekõike taaskasutatavaid jäätmeid, mida saab tarbida kohapeal. Jäätmekogumiskeskustesse rajatakse ka kompostimisväljakud, kus ennekõike hakatakse kompostima haljasalade

jäätmeid.

Viljandi Maakond

Viljandimaal tekkis 2003. aastal olmejäätmetes sisalduvat biolagunevat fraktsiooni 10 234 tonni.

Tabel 3 – 8. Biolagunevate jäätmete kogus, mida ei tohi ladestada prügimäele Viljandimaal

Aasta	Viljandimaa
2010	3655 t
2013	5848 t
2020	7310 t

Viljandi linna territooriumile on rajatud jäätmejaam, kuhu rajatakse kompostimisväljak. Eelkõige hakatakse seal kompostima põhiliselt haljastusjäätmeid ning ka reoveepuhastite muda. Viljandi Keskkonnateenistuse andmetel olmejäätmetes sisalduvate biolagunevate jäätmete kompostimist Viljandi Jäätmejaamas tõenäoliselt ei hakata teostama, kuna jaam asub linna territooriumil (haisuprobleemid).

Keskkonnateenistuse andmetel on ebatõenäoline ka riiklikus jäätmekavas viidatud Abja-Paluoja jäätmejaama (joonisel näidatud Paikuse prügila teeninduspiirkonnas) juurde olmejäätmetes sisalduvate biolagunevate jäätmete kompostimisväljaku rajamine eelkõige hõreda asustuse ning väikeste jäätmekoguste tõttu.

Kuni Kagu-Eesti ning Paikuse regionaalprügilate valmimiseni töötab Viljandimaal tugiprügilana **Viljandi prügila**, mida haldab AS Cleanaway. Viljandi prügila edasise kasutamise ja sulgemise projekt, mille kohaselt lõpetatakse tavajäätmete ladestamine 2009. aastal. Viljandimaad teenindama hakkavad prügilad AS Kobras poolt koostatud Viljandi Maakonna Jäätmekava kohaselt:

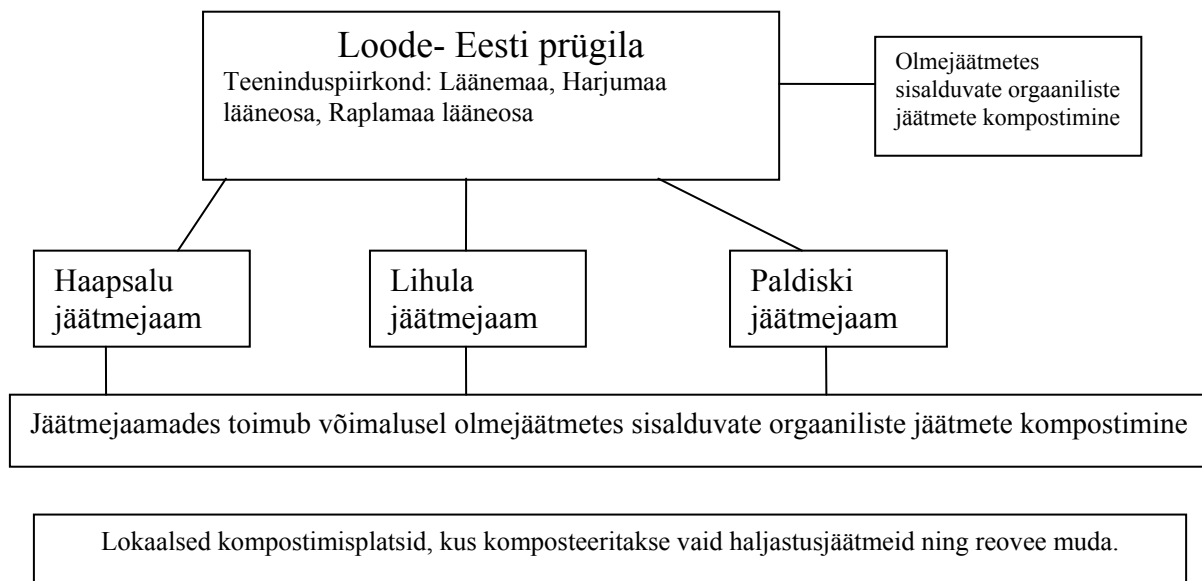
Väätsa prügila: Viljandimaa põhjapoolne osa ehk Suure-Jaani, Olustvere, Vastemõisa, Saarepeedi, Kolga-Jaani, Kõpu ja osa Pärsti ning Viiratsi vald.

Tarvastu ja Karksi vallad on teavitanud, et logistiliselt otstarbekas võib olla neil **Kagu-Eesti prügilaga** liitumine.

Paikuse regionaalprügila hakkab teenindama Viljandimaa lääne- ja lõunapoolset osa.

Kompostimisplatside optimaalne arv ja asukohad määratakse kohaliku omavalitsuse jäätmekavas ja ühisveevärgi arengukavas.

3.1.6 Loode- Eesti prügilate teeninduspiirkond: Läänemaa, Harjumaa lääneosa, Raplamaa lääneosa



Joonis14. Loode-Eesti prügilate teeninduspiirkonna biolagunevate jäätmete käitlemine

Lääne Maakond

Läänemaal tekkis 2003. aastal olmejäätmetes sisalduvat biolagunevat fraktsiooni 5030 tonni.

Tabel3 - 9. Biolagunevate jäätmete kogus, mida ei tohi ladestada prügimäele Läänemaal

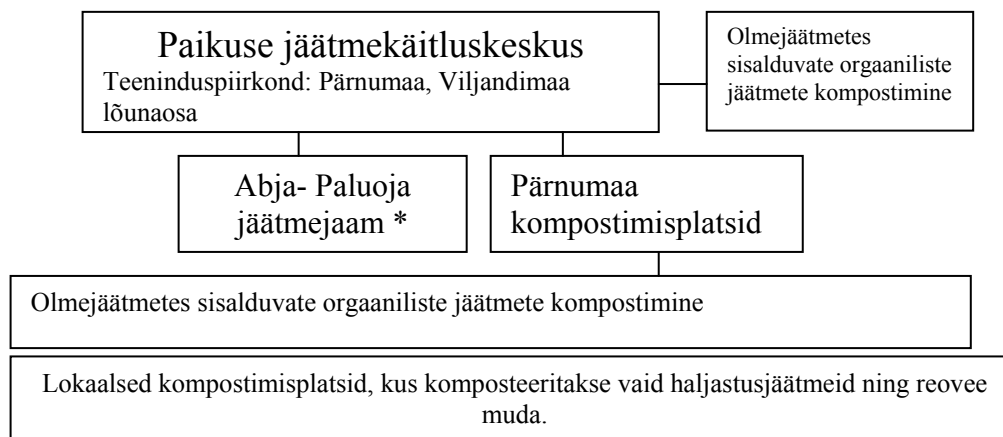
Aasta	Läänemaa
2010	1797 t
2013	2875 t
2020	3593 t

Loode-Eesti prügilate projekti mitteteostumisel on Lääne maakonna jäätmekavas arvestatud jäätmete transportimisega Paikuse prügilasse.

Haapsalu Jäätmejaama rajatakse olmejäätmetes sisalduvate biolagunevate jäätmete kompostimisplats. Haapsalu Jäätmejaamale on tehtud keskkonnamõjude hindamine. Haapsalu roveepuhasti juures kompostitakse muda, ning Lihula roveepuhasti juurde planeeritakse samuti kompostimist. Lihulasse (Lõuna-Läänemaa) rajatakse ka jäätmejaam. Olmejäätmetes sisalduvate biolagunevate jäätmete käitlemine Lihulas võiks teostuda roveesetega koos kompostimisena.

Lääne maakonnas kompostitakse laialdaselt ka haljastusjäätmeid.

3.1.7 Paikuse jäätmekäitluskeskuse teeninduspiirkond: Pärnumaa ja Viljandimaa lõunaosa



* - Viljandi Keskkonnateenistuse andmetel on ebatõenäoline ka riiklikus jäätmekavas viidatud Abja-Paluoja jäätmejaama (Paikuse prügilateeninduspiirkonnas näidatud joonisel) juurde olmejäätmetes sisalduvate biolagunevate jäätmete kompostimisväljaku rajamine eelkõige hõreda asustuse ning väikeste jäätmekoguste tõttu.

Joonis 15. Paikuse jäätmekäitluskeskuse teeninduspiirkonna biolagunevate jäätmete käitlemine

Projekt "Pärnumaa Jäätmemajandus" hõlmab endas uue jäätmekäitluskeskuse rajamist Paikuse valda, olemasoleva Pärnu prügilate sulgemist, jäätmete taaskasutussüsteemi arendamist ja mitmeid teisi jäätmemajanduse arendamise töid Pärnumaal.

Pärnu Maakond

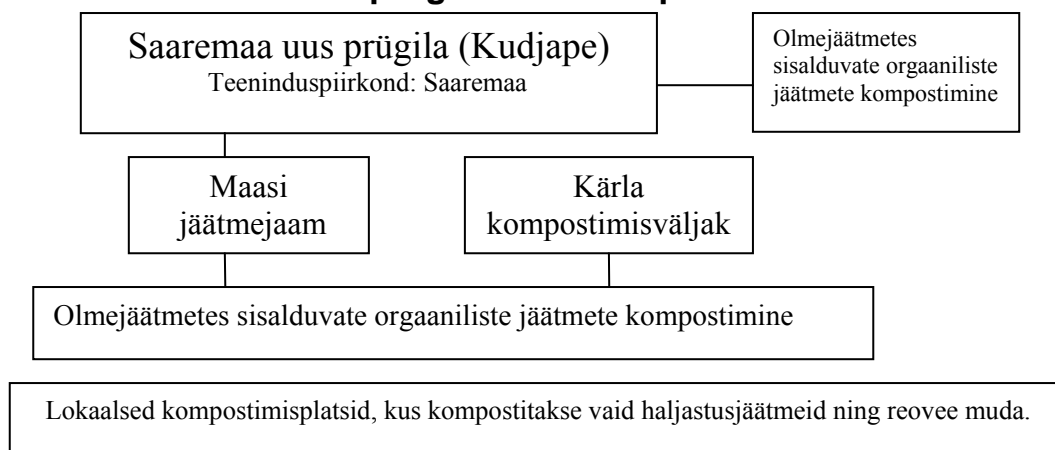
Pärnumaal tekkis 2003. aastal olmejäätmetes sisalduvat biolagunevat fraktsiooni 12 063 tonni.

Tabel 3 – 10. Biolagunevate jäätmete kogus, mida ei tohi ladestada prügimäele Pärnumaal

Aasta	Pärnumaa
2010	4308 t
2013	6893 t
2020	8617 t

Olmejäätmetes sisalduvate biolagunevate jäätmete kompostimine Pärnumaal võiks toimuda Pärnu linna, Kilingi-Nõmme, Pärnu-Jaagupi, Vändra ning Häädemeeste biopuhastite juures (koos reoveepuhastite mudaga), kuna seal on olemas võimalus kompostimisest tekkiva reovee kogumiseks ja töötlemiseks.

3.1.8 Saaremaa uus prügila teeninduspiirkond: Saaremaa



Joonis 16. Saaremaa uue prügila teeninduspiirkonna biologunevate jäätmete käitlemine

Saaremaal tekkis 2003. aastal olmejäätmetes sisalduvat biologunevat fraktsiooni 4739 tonni.

Tabel 3 - 11. Biologunevate jäätmete kogus, mida ei tohi ladestada prügimäele Saaremaal

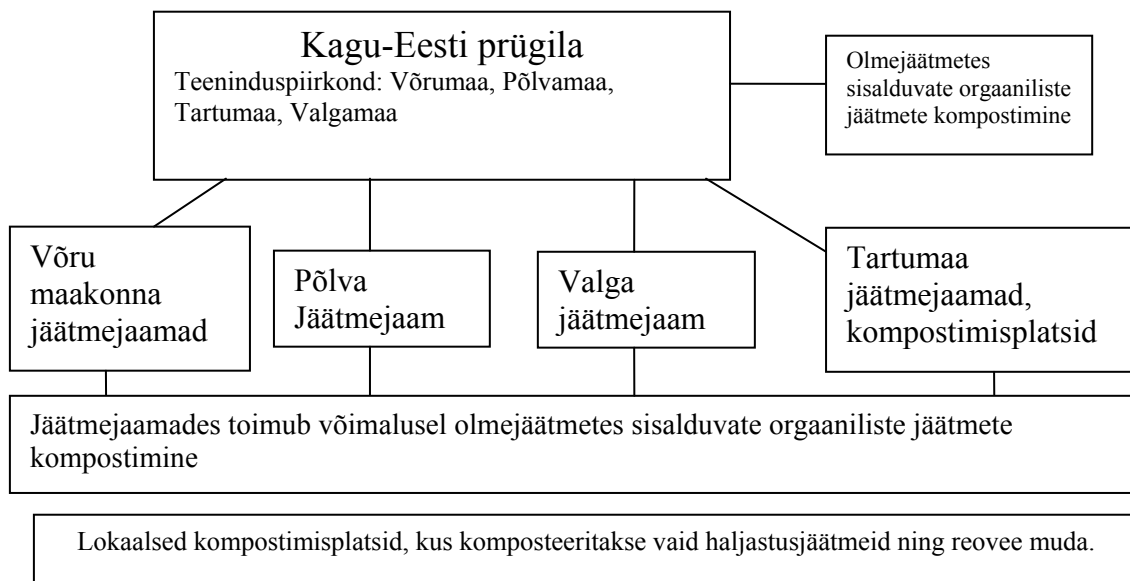
Aasta	Saaremaa
2010	1693 t
2013	2708 t
2020	3385 t

Saaremaal hakatakse olmejäätmetes sisalduvaid biologunevaid jäätmeid kompostima Kudjape prügilas (Saaremaa uus prügila), Maasi jäätmejaamas (valmib järgmisel aastal) ja Kärla kompostimisväljakul. Maasi jäätmejaamas hakatakse esialgu kompostima reoveeset, hiljem sorteerimissüsteemi käivitumisel ka olmejäätmetes sisalduvat biologunevat fraktsiooni. Kärla kompostimisväljakul kompostitakse pargi- ja kalmistujäätmeid, hiljem tõenäoliselt ka olmejäätmetes sisalduvais biologunevaid jäätmeid (kuna ümbruskonnas on palju kortermaju).

Roomassaare puhasti reoveesette baasil toodetakse kasvumulda.

Saare Kommunaal AS tegeleb ka jäätmete kompostimisega Sikassaare. Kompostimisväljak asub Kaarma vallas Kuressaare linna põhjapiiril. Kompostitavateks jäätmeteks on haljasalalt, pargist ja kalmistult kokkupühitud lehed, oksad ning muu kõdunev praht. Reoveesetteid kompostitakse AS Kuressaare Veevõrk territooriumil.

3.1.9 Kagu-Eesti prügila teeninduspiirkond: Tartumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Võrumaa



Joonis 17. Kagu-Eesti prügila teeninduspiirkonna biolagunevate jäätmete käitlemine

Kagu-Eesti regionaalprügila hakkab teenindama Tartu-, Valga-, Põlva-, Võru- ja võimalik, et ka osa Jõgeva- ja Viljandimaast. Kagu-Eesti regionaalprügilasse (jäätmekeskusesse) on planeeritud järgmised tegevused:

- eelnevalt sorteeritud ja/või sorteerimata jäätmete töötlemine;
- taas- ja korduvkasutatavate jäätmete ning ohtlike jäätmete kogumine paigaldatud konteineritesse (ka väiketoojad);
- kasutuskõlblike jäätmete (mööbli, kodumasinade, riietusesemete jms) kogumine ja jaotamine;
- kompostimine.

Tartu Maakond

Tartumaal tekkis 2003. aastal olmejäätmetes sisalduvat biolagunevat fraktsiooni 40 395 tonni.

Tab3 – 12. Biolagunevate jäätmete kogus, mida ei tohi ladestada prügimäele Tartumaal

Aasta	Tartumaa
2010	14 427 t
2013	23 083 t
2020	28 854 t

Tartumaal on 3 suuremat tiheasustusega piirkonda: Tartu, Elva, Kallaste. Nimetatud linnade juurde on plaanis rajada kompostimisplatsid, võib-olla ka väiksemate keskuste juurde, kuna Kagu-Eesti Prügila projekti mittekäivitumisel, tuleks alates 2009. aastast hakata jäätmeid vedama Väätša või Jõelähtme prügilasse, seetõttu tuleks vähendada ladestatavate jäätmete hulka. Teiseks alternatiiviks oleks Tartu prügipõletuse elektriijaama käivitamine, mis lahendaks kogu Kagu ja Lõuna-Eesti piirkonna olmeprügi probleemid.

Cleanaway Tartu AS haldab Tartu linnale kuuluvat tavajäätmete prügilat Aardlapalus (suletakse regionaalprügila valmimise järel, või aastaks 2009). Aardlapalu prügila on

tavajäätmeprügila, kus on alustatud kompostimist. Kompostimiseks kõlbulikud jäätmed ladustatakse teistest olmejäätmetest eraldi ja kasutatakse prügila nõlvade katmiseks.

Jäätmete kompostimisega tegeleb OÜ Fasetra, kelle jäätmekäitluskoht asub endises sõjaväe pommilaos Tartu vallas, Maramaal. Jäätmeid võetakse vastu peamiselt haljastusfirmadelt. Tartu Veevärk AS on rajanud kompostimisplatsi ja alustanud muda kompostimist koos puukoorega.

Valga Maakond

Valgamaal tekkis 2003. aastal olmejäätmetes sisalduvat biolagunevat fraktsiooni 3456 tonni.

Tabel 3 – 13. Biolagunevate jäätmete kogus, mida ei tohi ladestada prügimäele Valgamaal

Aasta	Valgamaa
2010	1234 t
2013	1975 t
2020	2468 t

Reaalne oleks rajada Valga jäätmejaama olmejäätmetes sisalduvate biolagunevate jäätmete kompostimisväljak aastaks 2010. Selleks otstarbeks on olemas ka maa-ala.

2002.a. sügisest toimub ka biolagunevate jäätmete kompostimine Valga prügilas.

Vastu võetakse eraldi sorteeritud kompostimiseks sobivaid jäätmeid nagu:

- taimede lehed, koored ja rohtsed varred;
- toidujäätmed;
- majapidamispaper (ka paberkotid jäätmete kogumiskoostamiseks).

Tasu biolagunevate jäätmete käitlemise eest on soodsam sorteerimata tavajäätmete ladestamise tasust. Kompostimisel tekkinud muld läheb taaskasutusse ega saasta keskkonda.

Põlva Maakond

Põlvamaal tekkis 2003. aastal olmejäätmetes sisalduvat biolagunevat fraktsiooni 2915 tonni.

Tabel 3 – 14. Biolagunevate jäätmete kogus, mida ei tohi ladestada prügimäele Põlvamaal

Aasta	Põlvamaa
2010	1041 t
2013	1666 t
2020	2082 t

Põlva maakonna jaoks on kaks olmejäätmetes sisalduvate biolagunevate jäätmete käitlemise alternatiivi olenevalt tasuvusest. Üheks valikuks oleks biolagunevate jäätmete transportimine Kagu-Eesti prügilasse kompostimisele. Teise variandina kaalutakse Põlva reovee puhasti jääkmuda ja biolagunevate olmejäätmete kooskäitlemist.

Põlva linna rajatakse kompostimisväljakut, kus hakatakse kompostima haljastus- ja kalmistujäätmeid Põlva linnast ja ka linna ümbritsevatest valdadest.

Võru Maakond

Võrumaal tekkis 2003. aastal olmejäätmetes sisalduvat biolagunevat fraktsiooni 2844 tonni.

Tabel 3 – 15. Biolagunevate jäätmete kogus, mida ei tohi ladestada prügimäele Võrumaal

Aasta	Võrumaa
2010	1016 t
2013	1625 t
2020	2031 t

AS Entec poolt koostatud töö põhjal „Võrumaa Jäätmejaamad asukohtade valik, tüüpprojekti koostamine ja keskkonnamõju hindamine” kavatakse Võru Maakonda rajada 5 jäätmejaama: Võru, Antsla, Rõuge, Vastseliina ning Varstu.

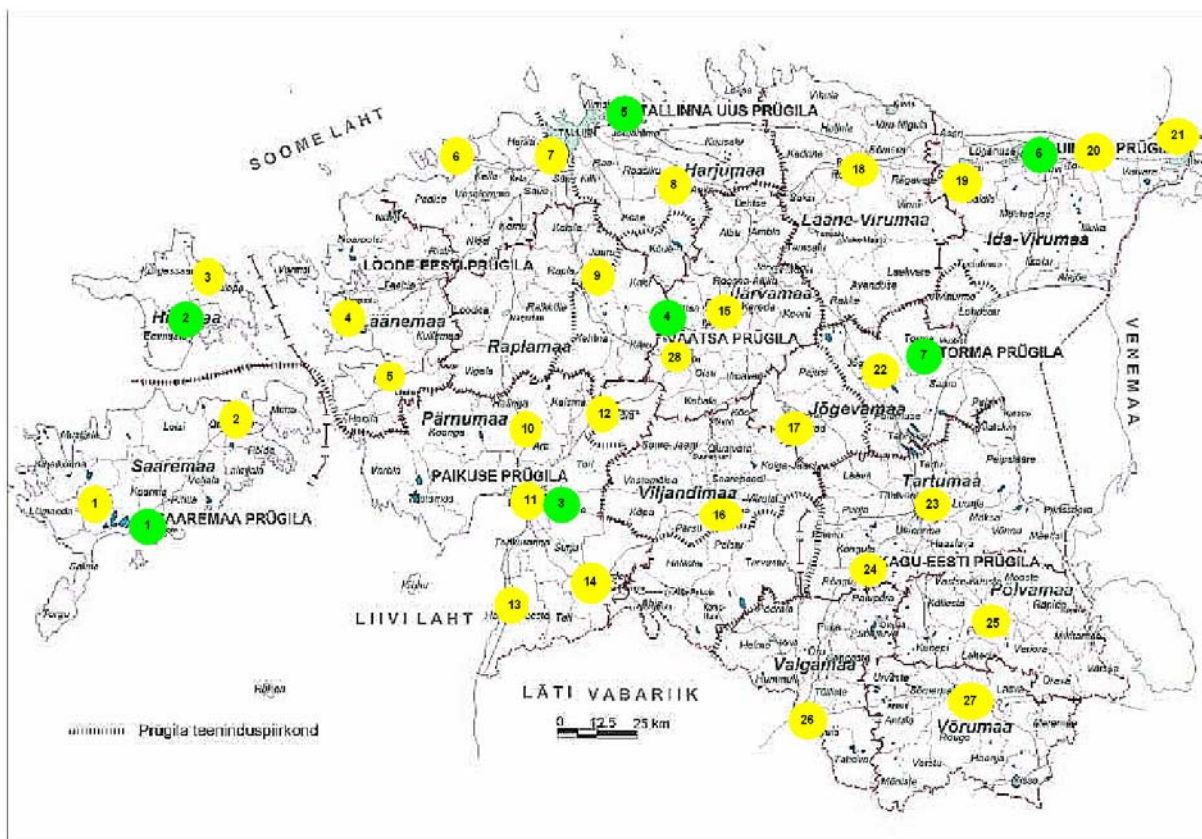
Võimaliku jäätmejaama asukohta Võru linnas AS Vörko territooriumil ei ole kompostväljaku rajamine võimalik eelkõige tiheasustusala läheduse tõttu, sest kompostimisprotsessis eraldub ebameeldivat lõhna. Seetõttu uuriti võimalust kompostida tekkivad biolagunevad jäätmed Võrumaa reoveepuhastite juurde rajatud kompostimisväljakutel. Võru maakonnas on kompostimisväljak rajatud ainult Võru linna reoveepuhasti juurde, kus toimub mitte niivõrd reoveemuda kompostimine, vaid eelkõige tahendamine ja puhastusprotsessi aktiveerimiseks ka tagasipumpamine puhastusseadmetele. Võru linna reoveepuhastil on aga olemas ka töökorras mudapress, mida kasutatakse vähe. Mudapressiga saaks tahendada mitte ainult olemasolevaid väljakuid vaid kasutada seda eelkõige muda segamiseks täiteainega ja kompostimiseks. Vastseliina ja Rõuge alevis ning Antsla linnas reoveepuhastite juures kompostväljakuid rajatud ei ole. Ringkanalite ja biotiikide muda laotatakse väidetavalt põldudele väetisena. Eelpool toodud andmete põhjal on Võru linna ja lähiümbruse biolagunevate jäätmete kompostimist kõige otstarbekam teostada Võru linna reoveepuhasti juures. Sel juhul on tarvis reoveepuhasti jääkmuda tahendada mudapressiga, et vähendada muda tahendamiseks vajalikku väljakuala ja vabanenud pinda kasutada biolagunevate jäätmete kompostimiseks.

Koguseliselt on AS Entec töös hinnatud biolagunevate jäätmete vastuvõtu kogusteks:

Jäätmejaam	Biolagunevate jäätmete kogus (t/a)
Võru	764,6
Antsla	156,2
Rõuge	77
Vastseliina	99,5
Varstu	54,6
Kokku	1151,9

3.2 Võimalike käitluskeskuste võrgustik Eesti kaardil

Alljärgneval Eesti kaardil on tähistatud uute tsentraalsete prügilate ning plaanitavate käitluskeskuste võrgustik, kuhu juurde rajatakse ka kompostiväljakud.



Joonis 18. Rajatud või plaanitavad prügilad ning võimalikud biolagunevate jäätmete käitluskeskused

Kaardil on eespoolkirjeldatud biolagunevate jäätmekeskuste võrgustik kujutatud järgmisena:

- Rohelised ringid tähistavad suuri jäätmekäitluskeskusi (kaardilt puuduvad Loode-Eesti prügila ja Kagu-Eesti prügila, kuna neile ei ole veel leitud sobivat asukohta).
 1. Saaremaa prügila
 2. Hiiumaa prügila
 3. Paikuse prügila
 4. Väätša prügila
 5. Tallinna Jõelähtme prügila
 6. Uikala prügila
 7. Torma prügila

- Punase ringiga on tähistatud biolagunevate jäätmete käitluskohtade asukohad (jäätmejaamade või veepuhastusjaamade juurde rajatavad), tuginedes Riiklikule Jäätmekavale ning Keskkonnateenistustest saadud infole.
 1. Kärla kompostimisplats
 2. Maasi jäätmejaam
 3. Kärkla jäätmejaam
 4. Haapsalu jäätmejaam
 5. Lihula jäätmejaam
 6. Paldiski jäätmejaam
 7. Pääsküla jäätmejaam
 8. Kehra jäätmejaam
 9. Mäepere jäätmejaam
 10. Pärnu-Jaagupi kompostimisplats (koos veepuhastusmudaga)

11. Pärnu kompostimisplats
12. Väandra kompostimisplats (koos veepuhastusmudaga)
13. Häädemeeste kompostimisplats (koos veepuhastusmudaga)
14. Kilingi-Nõmme kompostimisplats (koos veepuhastusmudaga)
15. Paide jäätmejaam
16. Viljandi jäätmejaam
17. Põltsamaa jäätmejaam
18. Lääne-Viru maakondlik jäätmekeskus
19. Kiviõli jäätmejaam
20. Sillamäe jäätmejaam
21. Narva jäätmejaam
22. Jõgeva jäätmejaam
23. Tartu jäätmejaam
24. Elva jäätmejaam
25. Põlva jäätmejaam
26. Valga jäätmejaam
27. Võru jäätmejaam
28. Türi veepuhastusjaama kompostimisplats

Põhjalikumalt on kompostimisväljakute võrgustikku käsitletud prügilate teeninduspiirkondade tutvustuses.

4 VÕIMALIKUD LAHENDUSED ORGAANILISTE JÄÄTMETE LAGUNDAMISEL SAADUD MATERJALI EDASISEKS KASUTAMISEKS

4.1 Komposti kvaliteet ja kasutamine

Kompostimassi omadusi ja kasutuskõlblikust mõjutab oluliselt kompostitud jäätmete kvaliteet. Biojäätmekomposti pH tase on tavaliselt madalam sõnniku- ja settekompostide omast. Ka komposti toitainesisaldust mõjutab kompostitavate jäätmete kvaliteet ja valmimisaja pikkus. Mida kauem lastakse kompostil valmida, seda rohkem suureneb huumuse hulk ja väheneb lahustuvate toitainete osakaal nende mineraliseerumise tõttu. Kompostimass peab olema piisavalt küps selleks, et taimede kasvu häirivad fütotoksilised ühendid massist kaoksid. Kompostimassi küpsuse ja kvaliteedi hindamiseks kasutatakse toitainete analüüsi, hapnikutarbimise määramist, eralduva süsihappegaasi hulga määramist, pH mõõtmist, taimeseemnete idanevuse määramist, erinevaid isekuumenemiskatseid (Rottegrad-test) jne.

Valmiskompostis ei tohi olla tõvestavaid mikroorganisme, raskemetalle, kahjulikke mikroelemente, mürgiseid ühendeid ega umbrohuseemneid, mistõttu peavad kompostitavad jäätmed olema vabad reoaineist ja võõristest. Põhilised võõrised on klaas, plast ja metall, levinumad reoained on raskemetallid. Valmiskomposti omadusi oluliselt muuta ei saa.

Head komposti saab vaid kvaliteetsest toormest. Selline kompost on väetusainerohke ja tasakaalustatud huumusetaoline aine, mis sisaldab põhiväetuseaineid ja mikroelemente. Et kompost on pika toimega väetis, laotatakse seda sügisel või talvel. Kehva mulla saab kompostiga paremaks muuta. Suuremat kompostiannust on kasulik segada mineraalmullaga.

Varem või hiljem tuleb kompostima hakata ka mäardunud orgaanilise aine rikkaid jäätmeid, nt. mitmekihilisi pakendeid, segapaberit, pühkmeid jms. Sellist komposti põllumajanduses kasutada ei saa. Samas on see sobilik materjal prügilademe katmiseks. Kui kattekiht on tüse, siis mikroorganismid lagundavad sellest läbi tungiva metaani süsihappegaasiks.

Liiga niiskete jäätmete kompostimisel tekib nõrgveett, mis tuleb koguda ja puhastada. Osa sellest veest saab kuival ajal kasutada komposti niisutamiseks.

Ehkki suurem osa tõvestavatest mikroorganismidest kompostimisel hukkub, võib kompostis olla tõvestavaid baktereid, seeni ja algloomi. Haigused levivad tolmu või kompostmulla kaudu, mistõttu peavad töötajad kandma respiraatoreid.

Valmiskomposti on suurtes kogustes võimalik realiseerida erinevates valdkondades ja tegevustes:

- maastikukujunduses;
- põllumajanduses mullaväetise või –parendajana;
- kottidesse pakituna müügiks jaekaubanduses;
- maapealsete karjäärade rekultiveerimisel;
- spordiväljakutel;
- golfiväljakutel;

- surnuaedades;
- metsakasvatustes, puukoolides;
- aianduses;
- kasvuhoonetes;
- murumätaste tootmises;
- parkide haljastuses;
- maanteede teevallide katmisel;
- prügilate katmiseks nende sulgemisel jne.

Põllumajanduses saab komposti kasutada mulla viljakuse tõstmiseks, erosiooni vältimiseks ja mullaparendajana, ühtlasi taimehaiguste vähendajana. Jaemüügis olevat komposti on võimalik kasutada potimulla, multsi või mullaparendajana. Komposti saab kasutada ka pinnase parendamiseks ning kasvupinna taastamiseks reostunud pinnasel (näiteks kaevandusmaastikul).

4.2 Biogaasi kvaliteet ja kasutamine

Tabel 4-1 Anaeroobsel töötusel saadava biogaasi parameetrid

	Madal väärtus	Kõrge väärtus
Biogaasi saagis	70 m ³ /t jäätmeid	140 m ³ /t jäätmeid
Metaani sisaldus biogaasis	55%	60%
Biogaasi kütteväärtus	385 kWh/t jäätmed	840 kWh/t jäätmed

Tabel 4-2 Biogaasi, maagaasi ja prügilagaasi koostis

Koostisosad	Ühik	Maagaas	Biogaas	Prügilagaas
Metaan CH ₄	Mahu %	91	55 - 70	45-58
Etaan C ₂ H ₆	Mahu %	5,1	0	0
Propaan C ₃ H ₈	Mahu %	1,8	0	0
Butaan C ₄ H ₁₀	Mahu %	0,9	0	0
Pentaan	Mahu %	0,3	0	0
CO ₂	Mahu %	0,61	30 - 45	32 - 45
Lämmastik N ₂	Mahu %	0,32	0-2	0 - 3
Lenduvad orgaanilised ühendid	Mahu %	0	0	0,25 - 0,50
Vesinik H ₂	Mahu %	0	0	Jäljed* vähem kui 1%
Väavelvesinik H ₂ S	ppm	~1	~500	10 - 200
NH ₃	ppm	0	~100	0
CO	ppm	0	0	Jäljed*

*Jäljed – aine sisaldus biogaasis on alla mõõteriista tundlikkuse piiri

Biolagunevate jäätmete ja jääkmuda anaeroobsel lagundamisel anaeroobsel kääritamisel tekkiv biogaas erineb kütusena maagaasist peamiselt vaid mõnikümmend protsenti madalama metaanisalduse poolest. Biogaas liigitatakse taastuvate energiaallikate hulka, kuna seda tekib orgaaniliste jäätmete arvel pidevalt juurde. Biogaasi on võimalik efektiivselt kasutada soojuse ja elektri koostootmiseks.

Prügila gaasil töötav koostootmisjaam on rajatud suletud Pääsküla prügila juurde, kus toodetakse soojust ja elektrit kahe Jenbacheri gaasimootori abil. Antud juhul kasutatakse soojus kohapeal hoonete kütmiseks ning elekter müüakse elektrivõrku.

Eestis pärsib biogaasi kasutamist vastavate seadmete kallidus.

5 ORGAANILISTE JÄÄTMETE TAASKASUTAMISE ARENDAMISE ETAPID (2005-2010; 2010-2013; 2013- 2020) VABARIIGIS

Orgaaniliste jäätmete taaskasutamisel pole kõigil maakondadel ühtset arenguteed. Maakonnad ja neis tekkivad olmejäätmete kogused on väga erinevad. Seetõttu on kõigil erinevad valikuvõimalused ja erinevad stsenaariumid. Samuti sõltub olmejäätmetes sisalduvate bioloogiliselt lagunevate jäätmete käitlusvõrgustiku rajamine ka olmejäätmete sorteerimise juurutamisest elanikkonna hulgas või sorteerimistehaste rajamisest.

Käesolevas töös vaatleme põhilise arengusuunana biolagunevate jäätmete kompostimist. Kuid ka siin on erinevad arenguteed, olenevalt taaskasutatavate jäätmete erinevatest kogustest.

5.1 Igas etapis teostatavad tegevused

2005-2010

Riiklikul tasandil peab juurutama olmejäätmete sorteerimist, või rajama täiendavaid sorteerimisjaamasid, vastasel korral ei ole võimalik olmejäätmetes sisalduvat biolagunevat fraktsiooni eraldi töödelda.

Suuremate käitlusmahtudega (üle 2000t/a) maakonnad: Käitluskeskuste võrgustiku loomine ja väljaarendamine. Kompostimisväljakute planeerimine ja rajamine, hädavajaliku tehnika muretsemine või rentimine. Aastaks 2010 ettenähtud biojäätmete koguse kompostimine.

Väiksemate käitlusmahtudega (alla 2000t/a) maakonnad: Lepingute sõlmimine lähima suurema käitluskeskuse või prügilaga piirkonna olmejäätmete töötluks.

2010-2013

Esimeses etapis saadud kogemuste põhjal süsteemi korrigeerimine ning väiksemate käitlusmahtudega maakondadesse kompostimisväljakute rajamine, suuremate maakondade kompostimisväljakute suurendamine (kui on vajalik). Aastaks 2013 ettenähtud biojäätmete koguse kompostimine.

2013-2020

Biolagunevate jäätmete käitlemise süsteemi optimeerimine. Vajadusel uute väljakute rajamine ning olemasolevate suurendamine ja tehnoloogiline uuendamine. Aastaks 2020 ettenähtud biojäätmete koguse kompostimine.

5.2. Igal etapil teostatavate tegevuste maksumused

2005-2010

Tallinna Jõelähtme, Uikala, Väätša prügilatesse on juba rajatud kompostimisväljakud, aga rajamist vajavad eelkõige Paikuse, Saaremaa, Hiiumaa, Loode-Eesti, Torma ning Kagu-Eesti suured jäätmekeskused. Komposteerimisväljaku ja seadmestiku maksumused on hinnanguliselt:

- Pääsküla jäätmejaam 1 hektariline kompostimisväljak – 7,7 miljonit krooni
- Narva jäätmejaam 1 hektariline kompostimisväljak – 7,7 miljonit krooni
- Lääne-Viru maakondlik jäätmekeskus 1 hektariline kompostimisväljak – 7,7 miljonit krooni
- Kagu-Eesti prügila 1 hektariline kompostimisväljak – 7,7 miljonit krooni
- Paikuse prügila 1 hektariline kompostimisväljak – 7,7 miljonit krooni
- Torma prügila 1 hektariline kompostimisväljak – 7,7 miljonit krooni
- Pärnu jäätmejaam 1 hektariline kompostimisväljak – 7,7 miljonit krooni
- Tartu linna jäätmejaam 1 hektariline kompostimisväljak – 7,7 miljonit krooni
- Paide linna jäätmejaam 5000 m² kompostimisväljak – 5,66 miljonit krooni
- Haapsalu jäätmejaam 5000 m² kompostimisväljak – 5,66 miljonit krooni
- Loode-Eesti prügila 5000 m² kompostimisväljak – 5,66 miljonit krooni
- Saaremaa prügila 5000 m² kompostimisväljak – 5,66 miljonit krooni
- Hiiumaa prügila 5000 m² kompostimisväljak – 5,66 miljonit krooni*
- Viljandi kompostimisväljak 5000 m² kompostimisväljak – 5,66 miljonit krooni
- Võru kompostimisplats 5000 m² kompostimisväljak – 5,66 miljonit krooni*
- Valga kompostimisplats 5000 m² kompostimisväljak – 5,66 miljonit krooni*
- Põlva kompostimisplats 5000 m² kompostimisväljak – 5,66 miljonit krooni*

**Kuna biolagunevate jäätmete kogused on väikesed, tuleks majandusliku tasuvuse mõttes kompostimisel ära kasutada maksimaalselt olemasolevat tehnikat, soetada tehnika mitme maakonna peale ühiselt või leida võimalused transportida oma jäätmed mõnda teise suuremasse jäätmekeskusse.*

Kokku investeering: 112,54 miljonit krooni.

2010-2013

- Põltsamaa jäätmejaam 5000 m² kompostimisväljak – 5,66 miljonit krooni
- Jõgeva jäätmejaam 5000 m² kompostimisväljak – 5,66 miljonit krooni
- Kehra jäätmejaam 5000 m² kompostimisväljak – 5,66 miljonit krooni
- Mäepere jäätmejaam 5000 m² kompostimisväljak – 5,66 miljonit krooni
- Sillamäe jäätmejaam 5000 m² kompostimisväljak – 5,66 miljonit krooni

Kokku investeering: 28,3 miljonit krooni.

Investeeringu koguväärtus võib muutuda, kuna mõnedes maakondades (kindlasti Tallinn ja Harjumaa) on tarvilik olemasolevaid kompostimisväljakuid suurendada, et saavutada soovitud käitlusmaht. Juba olemasolevate väljakute suurendamine on odavam kuna ei ole tarvis soetada

uut tehnikat.

2013-2020

Väiksemate kompostimisväljakute rajamine vajaliku käitlusmahu saavutamiseks, näiteks:

- Kiviõli jäätmejaam 5000 m² kompostimisväljak – 5,66 miljonit krooni
- Paldiski jäätmejaam 5000 m² kompostimisväljak – 5,66 miljonit krooni

Investeering kokku: 11,32 miljonit krooni.

Investeeringu koguväärtus võib muutuda, kuna mõnedes maakondades on tarvilik olemasolevaid kompostimisväljakuid suurendada, et saavutada soovitud käitlusmaht. Juba olemasolevate väljakute suurendamine on odavam kuna ei ole tarvis soetada uut tehnikat.

6 KOKKUVÕTE

Tänu tekkivate olmejäätmete erinevatele kogustele pole kõigil maakondadel nende taaskasutuseks ühesugust arenguteed. Kui vaadelda ainsa lahendusena jäätmete kompostimist, on maakondadel erinevad valikuvõimalused ja võimalikud ka erinevad stsenaariumid.

Suurte tervet vabariiki haaravate lahenduste puhul nagu olmejäätmete masspõletusseadmete rajamine Tallinnas ja Tartus, mis kasutavad ära pea kõik vabariigi olmejäätmed, võivad kõigi maakondade jäätmekasutuskavad täielikult muutuda. Oluline on seetõttu maakondade stsenaariume aegsasti korrigeerida, et mitte teha tarbetult suuri kulutusi. Praegu käivad põletusseadmete teostatavuse eeluuringud. Loodetavalt on hiljemalt aastaks 2008 majandusotsused põletusseadmete poolt või vastu tehtud, ning edasised arengud sõltuvad juba sellest, millised need otsused tulevad.

Praeguste stsenaariumite valikul aga on eeldatud, et ainuõige ja majanduslikult vastuvõetavaim lahendus oleks biojäätmete kompostimine. Allpool toodud tabelis on näidatud erinevate biolagunevate jäätmete käitlusmeetodite maksumused.

Käitlusmeetod	Töötlusmaksumus EEK/t	Saaduse realisatsioon EEK/t kohta	Vajalik „väravahind“ EEK/t
Aeroobne kompostimine	338-486	50	288-436
Anaeroobne kompostimine	693	60-134	559-633
Põletamine põletusseadmes	625	260	365

Biolagunevate jäätmete käitlemiseks tuleks rakendada 3 tasandilist süsteemi:

Esmatasandiks jäätmete käitlemisel on jäätmete kohtsorteerimine kodumajapidamistes ja asutuste juures ning kohtsorteeritud jäätmete kogumine kodumajapidamiste ja asutuste juures ning era- kui ka üldkasutatavatelt haljasaladelt, parkidest ja kalmistutelt kogutud jäätmete kompostimine eraldi teistest biojäätmetest selleks ettenähtud kompostimisplatsil (kalmistute parkide maaaladel või reoveepuhastusjaamade juures).

Teisel tasandil toimub kohtsorteeritud jäätmete kogumine elanikkonnalt ja ettevõtetelt jäätmekogumis- või sorteerimisjaamades ning olmejäätmetes sisalduvate biojäätmete kompostimine jäätmejaamade juures või eraldi rajatud kompostimisplatsidel (eraldi kogutud või kohapeal olmejäätmetest väljasorteeritud biojäätmed).

Kolmas tasand on jäätmekäitluskoht. Sellesse tasandisse kuuluvad prügilad ja suured jäätmete taaskasutussõlmed. Suurtesse jäätmekäitluskeskustesse rajatakse samuti kompostimisväljakud, kus hakatakse kompostima jäätmekäitluskeskustesse toodud biolagunevaid jäätmeid.

Väiksemate aastakogustega maakondadel pole tasuv kallist komposteerimistehnikat hankida, samuti kasutada tehnika renditeenust. Et väiksemate aastakogustega maakondades olmejäätmeid komposteerida, on võimalikud hinnalt soodsamad ja paindlikumad lahendused:

- Väiksematel maakondadel on võimalik oma komposteerimist vajav jäätmekogus vedada suuremate jäätmetöötluskeskuste juurde või rakendada veepuhastusseadmete muda ning olmejäätmetes sisalduvate biojäätmete kooskäitlemist puhastusseadmete juures (juhul, kui puhastusseadmete juurde on rajatud kompostimisväljakud).
- Maakondades on likvideeritavate prügimägede teeninduseks teatud tehnika olemas, mida saab osaliselt kasutada komposteerimisel. Seega saab investeringukulusid mõnevõrra alandada.
- Mõnes maakonnas on prügimajandus kommunaalteenuste firma käes, mis tegeleb lisaks ka teiste kommunikatsioonidega (soojus, vesi, kanalisatsioon). Samuti on neil olemas komposteerimiseks vajalik minimaalne tehnika (traktor, kopp-tõstuk).
- Võib kasutada ka tehnika rotatsiooni - üksteisele suhteliselt lähedalasuvaid väiksemaid komposteerimisplatse saab teenindada sama tehnikaga rotatsiooni korras.
- Teenindavad suured pügifirmad (Cleanaway, Ragn-Sells) võiksid korraldada oma tehnika hankimise ja laenutuse suhteliselt soodsa rendiga, kui nende teenindada jääb suurem piirkond (mitmed komposteerimisväljakud).

Toodud lahenduste valikul või paindlikul kombineerimisel võivad maakonnad läbi saada väiksemate investeeringutega, samas siiski realiseerides direktiivides toodud olmejäätmete taaskasutusmäärad.

7. SUMMARY

The study „Treatment of Biodegradable wastes II stage“ is a follow up to the study „Treatment of Biodegradable wastes I stage“ performed by Enprima Estivo in 2004.

The study includes:

- Analysis of different methods and technologies for treatment of biodegradable wastes;
- Analysis of environmental impact and economical efficiency for different aerobic and anaerobic technologies for treatment of biodegradable wastes;
- Optimal solutions for foundation of network for biodegradable waste handling facilities in Estonia;
- Possible solutions for further use of the products from treatment of biodegradable wastes;
- Development of recovery stages for organic wastes (2005-2010; 2010-2013; 2013-2020), with evaluation of activities and cost for every stage.

The study (II stage) is based on the data (quantities of biodegradable waste) from previous study (I stage), experiences from other countries, Estonian laws and EU directives.

Quantities of generated municipal solid waste (MSW) including biodegradable wastes are different in counties, so the development scenarios of organic waste recovery are various for counties.

If big municipal solid waste incineration plants, which will use almost all the MSW from the country, will be established in Tallinn and Tartu, then all the development scenarios for waste recovery could be completely different. For avoiding unnecessary expenses the development scenarios should be adjusted as soon as new directions in waste management (for example establishment of waste incineration plant) occur. Feasibility studies for waste incineration are carried out presently. Hopefully economic decisions for or against incineration plants will be made for the year 2008, then other developments in the waste management will depend on that.

Costs for different methods (Aerobic, anaerobic composting and incineration) for treatment of biodegradable wastes (EEK/ton) are shown in the table below.

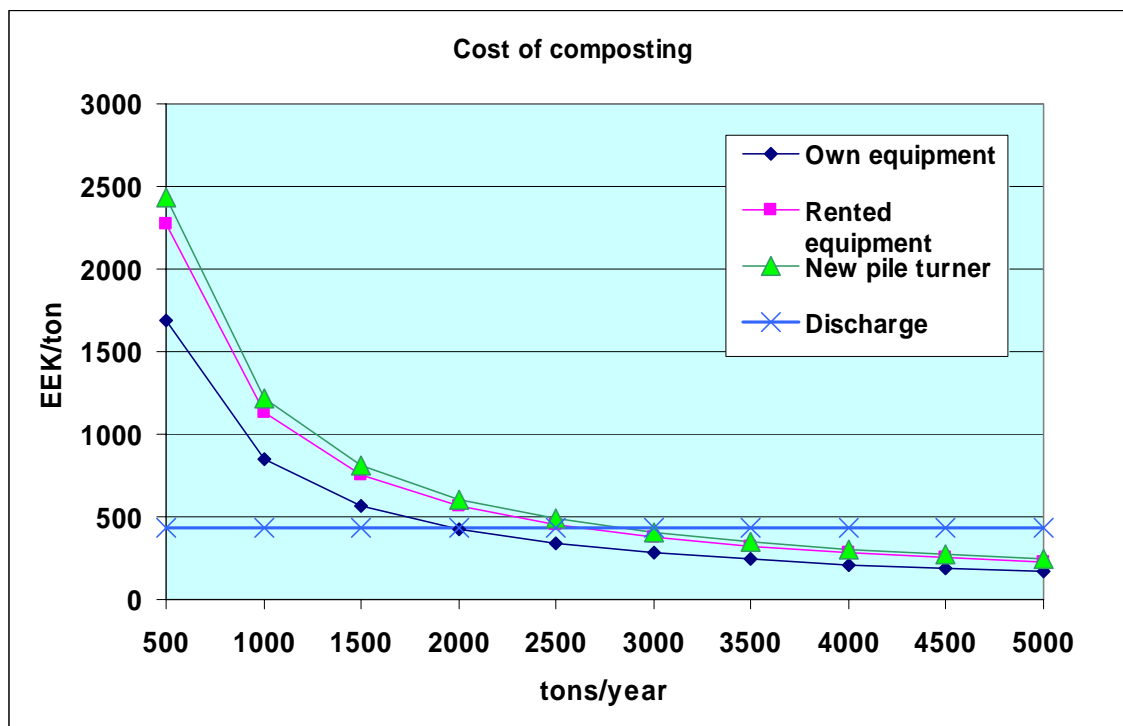
Treatment method	Treatment cost EEK/t	Product realization EEK/t	Needed „gate fee“ EEK/t
Aerobic composting	338 - 486	50	288 - 436
Anaerobic digestion	693	60-134	559 - 633
Incineration	625	260	365

The table shows that in case of the present discharge cost (so called „gate fee“, 430 EEK/ton) only the aerobic composting and waste incineration will be feasible. Anaerobic digestion demands higher „gate fee“, so it will be profitable if the waste collection (management) price to consumers will be raised.

Scenarios for treatment of biodegradable wastes base on the assumption that the right and

economically efficient method for treatment of biodegradable wastes would be aerobic composting.

The cost (EEK/ton) of the aerobic composting and cost dependence from biodegradable waste amount is shown in the graph below. The cost of different options is compared with the cost of waste discharge. The valid price for waste discharge to landfill is 430 EEK today in Estonia.



Conclusions from that graph:

7. Composting will be cheaper than discharge only in case of waste amounts over 2000 tons in a year (option 1, own site and equipment);
8. Other options (rented equipment and new pile turner) are more expensive, so the waste amount limit for profitability will be approximately 2700 tons/year; bigger amounts are needed for the price to be lower than discharge price.
9. If there is possible to sell the compost with the price approximately 50 EEK/ton, then the limit waste amounts are only a bit (approximately 150 t) lower.
10. If the biodegradable waste amount in a year is lower than 1900 tons, then the composting is more expensive than landfill discharge, therefore for almost half Estonian counties composting the waste amount needed for the year 2010 will be too expensive.
11. More than 2500 tons in the year should be composted in Tallinn, Harju, Ida-Viru, Tartu, Lääne-Viru, Pärnu, Viljandi and Järva counties for 2010. For other deadlines 2013 and 2020 the amounts in these counties will be bigger.
12. The smallest amount that should to be composted for 2010 will be in Hiiu County, which will be 566 tons. The graph shows that the price in case of so small amount of waste will be approximately 1400 EEK/ton, which is not acceptable by the inhabitants.

For treatment of biodegradable wastes three-stage system could be introduced in Counties:

First stage includes local composting by households and aerobic composting of green waste (green areas, graveyards) separately from other wastes.

Second stage includes composting of biodegradable municipal solid wastes in the waste (sorting) stations or separately founded composting fields (for example near the waste water treatment plant).

Third stage includes regional landfills and big waste recovery stations, where composting fields will be founded for treatment of biodegradable wastes.

It is not cost-effective for counties that have small quantities of biodegradable wastes to purchase expensive technology for composting or use the rented equipment. For those counties some more favorable and flexible solutions could be pointed out for composting biodegradable wastes from MSW:

- Small counties could transport their biodegradable waste quantities to the regional landfill or big waste treatment station or compost together MSW and mud from waste water treatment plant (in case the waste water treatment plant has composting site).
- There is some old equipment for operation of the landfills that will be closed in counties; some of that equipment could be used for operating composting. This is the possibility to reduce the investment cost.
- Waste management services are provided by public utility undertaking in some counties. Those companies are dealing often also with other communications (heat, water, sewerage) and they have some technology available for composting (tractor, lift).
- Same technology could be used for serving several composting fields that are located near to each other.
- Big waste management companies (Cleanaway, Ragn-Sells) could arrange purchase and rental of the technology with favorable price, if they could have larger area to serve (several composting fields).

The investment cost can be lower when counties will select between those options and combine them. Then the waste recycle demands, which come from the directive, will be achieved.

Referentsid:

1. M. Kriipsalu, Jäätmeraamat 2001
2. AS Entec poolt teostatud uuringule „Tallinna linna kodumajapidamistes tekkivate olmejäätmete koostise ja koguse uuring“
3. AS Entec poolt koostatud töö põhjal „Võrumaa Jäätmejaamad asukohtade valik, tüüpprojekti koostamine ja keskkonnamõju hindamine
4. AS Entec poolt koostatud uuring: „AS Tallinna Prügila biolagunevate jäätmete töötluskompleksi tehnilis-majanduslik hinnang“
5. Biolagunevate jäätmete käitlemine I etapi uuring
6. G. Tchobanoglous, H. Theisen, S. Vigil, Integrated Solid Waste Management. Engineering principles and management issues, 1993
7. McGraw- Hill, Handbook of solid waste management, 2002
8. United States Environmental Protection Agency, Handbook: Material Recovery Facilities for Municipal Solid Waste
9. Maakondlikud jäätmekavad
10. Üleriigiline jäätmekava
11. Suomen Ympäristokeskus: Bihajovan jätteen hallintastrategian lähtökohdat
12. Euroopa Liidu kodulehekülg: <http://europa.eu.int/comm/environment/waste/compost/>
13. National Strategy on Biodegradable Waste, Ireland
14. An Introduction to Anaerobic Digestion of Organic Wastes, Remade Scotland
15. Kalatöötlemisettevõttes tekkiva kalarasva kompostimisest Saaremaa näitel, Merit Kindsigo, Magistritöö
16. http://p2library.nfesc.navy.mil/P2_Opportunity_Handbook/7_II_A_3.html
17. <http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/muncpl/dmg2/chapter7.pdf>
18. <http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/muncpl/dmg2/chapter7.pdf>
19. http://p2library.nfesc.navy.mil/P2_Opportunity_Handbook/7_II_B_2.html
20. http://www.recestonia.ee/jaatmed/yle_est.pdf

LISA 1

Jäätmete kogumise ja käitlemise üksused

Jäätmepunkt (kogumispunkt, kogumisplats, kokkutoomiskoht) on taaskasutatavate jäätmete (paberi, papi, plasti, klaasi jms.) esmaseks kogumiseks mõeldud koht, kuhu on paigutatud vastavad kogumiskonteinerid, vajadusel ümbritsetud aiaga. Jäätmepunktis ei toimu jäätmete töötlust, ainult kogumine. Võimalusel paigaldatakse jäätmepunkti ka ohtlike jäätmete kogumiskonteiner. Kogumispunkt ei ole Jäätmeseaduse mõistes **jäätmekäitluskoht**.

Jäätmemaja on jäätmete sorteeritult kogumise koht, kus konteinerid on heakorra eesmärgil paigutatud kergehitisse. Põhimõtteliselt on tegemist jäätmepunktiga.

Jäätmejaam on spetsiaalselt rajatud tehniliselt varustatud **jäätmekäitluskoht** (detailplaneeringu ja projekti alusel), kuhu on paigutatud taaskasutatavate jäätmete kogumiseks ja esmaseks töötlemiseks kogumiskonteinerid sh. ohtlike jäätmete kogumiskonteiner. Jäätmejaamas on ka olmehoone ning toimub kasutuskõlblike ja suuregabariidiliste jäätmete (mööbli, kodumasinade, majatarvete, riietusesemete jms) kogumine ja jaotamine. Samuti on jäätmejaam rajatud perspektiiviga kompostida orgaanilisi jäätmeid (asfalt plats jne). Jäätmejaama on võimalik ehitada ka ümberlaadimis- ja/või sorteerimisjaamana. Erinevalt jäätmepunktist on jäätmejaama teeninduspiirkond suurem (üks jäätmejaam võib hõlmata omavalitsuse erinevaid piirkondi, tervet omavalitsust, suurem jaam tervet maakonda) ja seal toimub ka jäätmete käitlemine. Jäätmejaam rajatakse tehnilise võimalusega võtta tasuliselt vastu ka ettevõtetelt liigiti kogutavaid jäätmeid.

Ümberlaadimisjaam on spetsiaalselt rajatud tehniliselt varustatud **jäätmekäitluskoht** (detailplaneeringu ja projekti alusel). Ümberlaadimisjaam võib olla nii jäätmejaama, kui jäätmete sorteerimisjaama osa, kui ka eraldi seisev jäätmekäitluskoht. Ümberlaadimisjaamas toimub nii sorteeritud, kui sorteerimata jäätmete vaheladustamine ja edasiseks käitluseks edasi suunamine. Seal võib toimuda ka jäätmete tihendamine ja pakkimine. Ümberlaadimisjaam võib hõlmata mitut omavalitsust, suurem ümberlaadimisjaam ka mitut maakonda.

Sorteerimisjaam on spetsiaalselt rajatud tehniliselt varustatud **jäätmekäitluskoht** (detailplaneeringu ja projekti alusel). Sorteerimisjaam võib olla nii jäätmejaama, kui jäätmete ümberlaadimisjaama osa, kui ka eraldi seisev jäätmekäitluskoht. Sorteerimisjaamas toimub nii erinevate jäätmesegude sorteerimine, kui ka jäätmepunktides eraldi kogutud taaskasutatavate materjalide täiendav sorteerimine. Sortimine võib olla organiseeritud suuremahuliste konteinerite ja käsitsi sorteerimise baasil, kui ka mehaniseeritud sorteerimisliinide baasil. Sorteerimisjaam võib hõlmata mitut omavalitsust, suurem sorteerimisjaam ka mitut maakonda.

Jäätmekäitluskeskus (suuremõõtmeline jäätmejaam - teenindab mitut maakonda) on **jäätmekäitluskoht**, kus vastavalt piirkonna eripärale ja vajadusele toimub:

- taas- ja korduskasutatavate jäätmete ning ohtlike jäätmete kogumine, mis on paigaldatud konteineritesse (ka ettevõtetelt);
- eelnevalt sorteeritud või sorteerimata jäätmete töötlemine (sorteerimine,

kompostimine, pressimine, pakendamine);

- kasutuskõlblike jäätmete (mööbli, kodumasinade, majatarvete, riietusesemete jms) kogumine ja jaotamine;
- taaskasutusse mitteminevate jäätmete ladestamine.

Põhimõtteliselt on tegemist prügilaga, kus enne jäätmete ladestamist suunatakse võimalikult suur osa jäätmetest taaskasutusse.

Jäätmehoolduskeskus on jäätmekäitluse korraldamise territoriaalne üksus, mille funktsioonid on järgnevad:

- teeninduspiirkonnas jäätmekäitluse korraldamine;
- jäätmete vähendamise ja taaskasutamise programmide arendamine, teostamine, toetamine ja edendamine;
- optimaalse jäätmekäitlushinna kujundamine;
- arendustöö ja propaganda;
- konkursside korraldamine nii jäätmeveoettevõtete vahel kui ka jäätmete taaskasutamise alal (seda kas jäätmeveopiirkonnas tervikuna või selle osades);
- andmebaaside pidamine.

Eesti jäätmemajanduse eesmärgiks on, et omavalitsused asutaksid koostöös teiste omavalitsustega piirkondlikud jäätmehoolduskeskused. Selliste keskuste loomine oleks omavalitsuste ja jäätmekäitluse-alaste ülesannete täitmiseks ja koordineerimiseks vajalik ka pärast haldusterritoriaalset reformi.

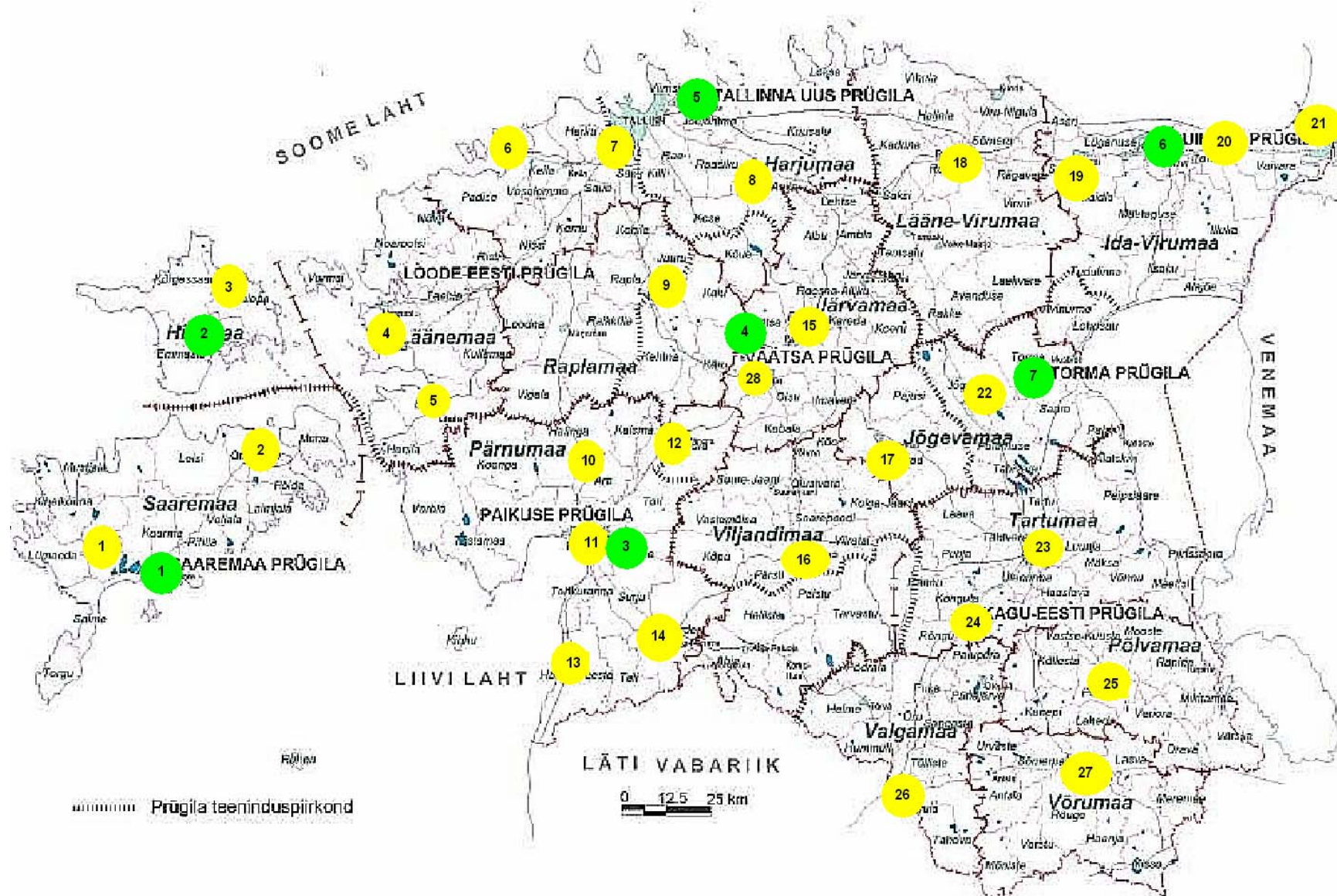
LISA 2

Biolagunevate jäätmete käitluskohtade võrgustik kaardil

Kaardil on eespoolkirjeldatud biolagunevate jäätmekeskuste võrgustik järgmisena:

- Rohelised ringid tähistavad suuri jäätmekäitluskeskusi (kaardilt puuduvad Loode-Eesti prügila ja Kagu–Eesti prügila, kuna neile ei ole veel leitud sobivat asukohta).
 1. Saaremaa prügila
 2. Hiiumaa prügila
 3. Paikuse prügila
 4. Väätša prügila
 5. Tallinna Jõelähtme prügila
 6. Uikala prügila
 7. Torma prügila

- Punase ringiga on tähistatud biolagunevate jäätmete käitluskohtade asukohad (jäätmejaamade või veepuhastusjaamade juurde rajatavad), tuginedes Riiklikule Jäätmekavale ning Keskkonnateenistustest saadud infole.
 1. Kärla kompostimisplats
 2. Maasi jäätmejaam
 3. Kärkla jäätmejaam
 4. Haapsalu jäätmejaam
 5. Lihula jäätmejaam
 6. Paldiski jäätmejaam
 7. Pääsküla jäätmejaam
 8. Kehra jäätmejaam
 9. Mäepere jäätmejaam
 10. Pärnu-Jaagupi kompostimisplats (koos veepuhastusmudaga)
 11. Pärnu kompostimisplats
 12. Vändra kompostimisplats (koos veepuhastusmudaga)
 13. Häädemeeste kompostimisplats (koos veepuhastusmudaga)
 14. Kilingi-Nõmme kompostimisplats (koos veepuhastusmudaga)
 15. Paide jäätmejaam
 16. Viljandi jäätmejaam
 17. Põltsamaa jäätmejaam
 18. Lääne-Viru maakondlik jäätmekeskus
 19. Kiviõli jäätmejaam
 20. Sillamäe jäätmejaam
 21. Narva jäätmejaam
 22. Jõgeva jäätmejaam
 23. Tartu jäätmejaam
 24. Elva jäätmejaam
 25. Põlva jäätmejaam
 26. Valga jäätmejaam
 27. Võru jäätmejaam
 28. Türi veepuhastusjaama kompostimisplats



----- Prügila taeninduspiirkond

0 12.5 25 km

