

Vastaanottaja
UUMA 4 työryhmä 5

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
Joulukuu 2023

Kompostin yleiset laatu- vaatimukset ja kompos- tointikäytännöt

UUMA 4 -hanke



Kompostin yleiset laatuvaatimukset ja kompostointikäytännöt

UUMA 4 -hanke

Projekti **Kompostin yleiset laatuvaatimukset ja kompostointikäytännöt**
Projekti nro **1510061535-008**
Vastaanottaja **UUMA 4 Työryhmä 5**
Asiakirjatyyppi **Taustaraportti**
Versio **v1**
Päivämäärä **21.12.2023**
Laatija **Venla Viskari, Iina Könönen, Jade Skog, Laura Lehtimäki, Ramboll Finland Oy**
Tarkastaja **UUMA 4 Työryhmä 5**
Hyväksyjä **Aino-Kaisa Nuotio, Ramboll Finland Oy**
Kannen kuva **Henri Luoma, www.hlp.fi**

Ramboll
Niemenkatu 73
15140 LAHTI

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
<https://www.ramboll.com/fi-fi/>

Sisältö

1.	Johdanto	2
2.	Määritelmät	3
3.	Kompostin valmistusta ja markkinoille saattamista säätelevä lainsäädäntö	4
3.1	Lannoitelain tavoite	5
3.2	Lannoitevalmisteiden ja raaka-aineiden luokittelu	5
3.2.1	Ainesosaluokat	5
3.2.2	Tuoteluokat	6
4.	Lainsäädännön asettamat laatuvaatimukset	7
4.1	Ainesosaluokkaa komposti ja käsitelty jätevesiliete koskevat vaatimukset	7
4.1.1	Käsittelymenetelmä	7
4.1.2	Epäpuhtaudet	7
4.1.3	Kypsyys	8
4.1.4	Hygienia	8
4.1.5	Ainesosaluokkaa käsitelty jätevesiliete koskevat erityiset vaatimukset	9
4.2	Tuoteluokkia orgaaninen lannoite, orgaaninen maanparannusaine ja kasvualusta koskevat vaatimukset	9
4.2.1	Haitalliset aineet	9
4.2.2	Hygienia	10
4.2.3	Muut ominaisuudet	10
5.	Benchmark: kompostointiprosesseja Suomessa ja Euroopassa	10
6.	Kompostointiprosessit	11
6.1	Kompostoitavien raaka-aineiden ominaisuudet	12
6.2	Prosessikuvaus	13
6.2.1	Tunnelikompostoinnin prosessikuvaus	13
6.2.2	Aumakompostoinnin prosessikuvaus	15
6.3	Omavalvonta ja laatujärjestelmä	17
6.4	Tuoteseloste	18
7.	Kompostituotteiden ominaisuudet ja käyttö	18
7.1	Biojätekomposti	18
7.2	Jätevesilietekomposti	18
7.3	Viherjätekomposti	19
8.	Yhteenveto	19

Liite 1. Laatukortit

Liite 2. Benchmark-kohteiden prosessikuvaukset

1. Johdanto

UUMA4 on yhteistyöfoorumi, joka kokoaa maarakentamisen alan keskeiset toimijat edistämään uusiomaarakentamista Suomessa. UUMA4-ohjelma vie uusiomaarakentamisen nykyistä konkreettisemmalle tasolle kaupunkien ja väyläviraston rakentamistoiminnassa. Ohjausryhmään ja eri työpajojen toimintaan voivat osallistua kaikki UUMA4:n partnerit.

Ohjelmassa on ollut laajasti mukana niin julkinen sektori kuin yritykset, tutkimuslaitokset ja viranomaiset. Ohjelmaa koordinoi Ramboll Finland Oy. UUMA4 -ohjelmaa valmisteltiin yhteistyössä UUMA3:n yhteistyökumppaneiden kanssa ja sen sisällön suunnittelussa ovat olleet mukana keskeisesti Väylävirasto ja Helsingin kaupunki.

UUMA4:n tavoitteena on vauhdittaa uusiomaarakentamista siten, että siitä tulisi tasavertainen toimintatapa luonnonkiviainesten käytön kanssa. UUMA4-ohjelmassa (vuosina 2021-2023) on tekeillä useita ohjeita ja malliasiakirjoja ohjelman kymmenkohtaisen sisältösuunnitelman mukaisesti¹.

Joulukuussa 2021 UUMA4 työryhmässä 5 (Kierrätyskasvualustat) mukana oleville organisaatioille laadittiin kysely. Tavoitteena oli käydä läpi osallistujien tavoitteet kierrätyskasvualustoihin tai vastaaviin materiaaleihin, tuotekehitykseen, tuotteisiin ja menetelmiin liittyen. Tarkoituksena oli tuoda esiin hankkeeseen osallistuvien organisaatioiden materiaalivirtoja, joihin liittyen osallistujilla olisi kehitystarpeita tai joihin liittyen ohjelmassa voitaisiin mahdollisesti tuoda esiin uusia näkökulmia aiheeseen. Kyselyissä esiin nousi tarve laatia kuvaukset eri raaka-aineista valmistettujen kompostituotteiden tyypillisistä ominaisuuksista sekä auttaa suunnittelijoita paremmin tunnistamaan niille soveltuvia käyttökohteita.

Tässä raportissa ja sen liitteissä kootaan yhteen kompostituotteiden ajantasaiset laatuvaatimukset (mm. lainsäädäntö, vapaaehtoiset laatujärjestelmät) ja tutustutaan kompostointiprosesseihin kotimaisten ja ulkomaisten benchmark-kohteiden avulla. Tavoitteena on laatia kuvaukset eri raaka-aineista (biojäte, viherjäte, jätevesiliete) valmistetuille komposteille ja kuvailla niille soveltuvimmat käyttökohteet tuotekortti-tyyppisesti. Tarkastelunkohteina ovat prosessit ovat aumakompostointi sekä tunnelikompostointi.

Kompostin laatuluokituksen kehittämisen pienryhmyöskentelyyn ovat osallistuneet:
Helsingin kaupunki, Sari Knuuti, Sari Jurmo ja Markku Nevalainen
HSY, Mikko Wäänänen, Christoph Gareis
WSP Oy, Elina Regårdh
Espoon kaupunki, Iina Kallio
Tieluiska Oy, Juha Liukkonen
Pirjo Laulumaa
Ramboll Finland ja – CM Oy, Venla Viskari, Iina Könönen, Aino-Kaisa Nuotio, Juha Kivimäki ja Laura Lehtimäki

Kompostin laatuluokituksen kehittämiseksi työssä on haastateltu seuraavia laitoksia:
Suomi: Stara, Kekkilä (Ilmajoki), Mustankorkea, HSY (Ämmäsuu sekä Metsäpirtti), Metsäsairila, sekä Stormossen.
Ruotsi: Sysav, Malmö
Itävalta: MA48, Wien

¹ Uusiomaarakentamisen UUMA4-ohjelman työryhmät. <https://uusiomaarakentaminen.fi/uuma-ohjelma/uuma-4-ohjelma/uuma4-ohjelman-tyoryhmat/>

2. Määritelmät

Työ rajattiin koskemaan tiettyjä jättejakeita ja kompostointiprosessityyppejä, joiden määrittelyssä työssä on kuvattu seuraavaksi.

Tässä työssä **viherjäte** käsittää yleisten viheralueiden, metsäalueiden, rantojen, puistojen, pihojen sekä katuviheralueiden hoidosta syntyvää kasviperäistä biomassaa. Viher- tai puutarhajätettä syntyy myös yksityisten pihojen hoidosta. Viherjätettä ovat esimerkiksi: kitkentäjäte, nurmijäte, lehti-jäte, risut, oksat, puujäte ja vieraslajit. Edellä esitettyjä jakeita kompostoidaan jossain määrin kaupunkien ja kuntien omilla varikkoalueilla, jolloin syntyvä komposti hyödynnetään kaupungin omassa viheralueiden hoidossa. Myös jätehuoltoyrityöt vastaanottavat viherjätteitä sekä julkisilta että yksityisiltä toimijoilta ja kotitalousasiakkailta. Viherjätteitä voidaan kompostoida sellaisenaan tai niitä voidaan hyödyntää muiden jätteiden kompostoinnissa tukiaineena.

Viheralueiden hoidossa voi syntyä myös kasviperäisiä **vieraslajijätteitä**, joilla tarkoitetaan haitallisia vieraslajeista, kuten komealupiinista tai kurturuusuista, koostuvia viherjätteitä, jos niissä on kasvin leviämisen mahdollistavia kasvinosia kuten siemeniä, maavarsia tai juurakoita.

Biojätteellä tarkoitetaan maatuva ja kompostoituvaa elintarvike- ja keittiöjätettä. Biojätteeseen kuuluvat esimerkiksi hedelmien, vihannesten ja juuresten kuoret, ruuantähteet, pilaantuneet ja kuivuneet elintarvikkeet, suodatinpaperit poroineen, talouspaperit ja paperiset lautasliinat, munakennot, kasvinosat ja kuihtuneet kukat, kalanruodot ja luut sekä puiset aterimet ja hammastikut. Edellä kuvatun kaltaisia biojätteitä syntyy tyypillisesti asumisessa, ravintoloissa ja kaupoissa. Lisäksi esimerkiksi elintarviketeollisuudessa voi syntyä biojätettä.

Jätevesilietteellä tai **puhdistamolietteellä** tarkoitetaan tässä raportissa yhdyskuntajätevesilietteitä eli yhdyskuntien jäteveden tai muun laadultaan siihen rinnastettavan jäteveden puhdistuksessa syntyviä lietteitä. Yhdyskuntien jätevedellä tarkoitetaan talousjätevettä taikka talous- ja teollisuusjäteveden tai huleveden seosta.

Tukiaineet sitovat hajuja ja ylimääräistä kosteutta sekä pitävät kompostin kuohkeana. Tämä turvaa kompostointiprosessissa tarvittavan hapen saannin ja tukiainetta voidaan hyödyntää tasapainottamaan ravintetasapainoa, eli hiili-typpisuhdetta (C:N-suhde). Tukiaineet ovat yleensä ligniinipitoisia, hitaammin hajoavia jakeita, kuten puuhaketta, sahanpurua tai turvetta.

Työssä tarkasteltiin edellä esitettyjen jakeiden aumakompostointia ja tunnelikompostointia. **Aumakompostointiprosessissa** biomassaa hajooa ulkona, pintatiivistetyissä aumoissa eli pitkänmalisissa suurissa kartiomaisissa kasoissa. **Tunnelikompostointiprosessilla** tarkoitetaan yleensä teräsbetonista valmistetussa tunnelissa tapahtuvaa kompostointiprosessia, jossa tukiaineen kanssa sekoitettu biojättemassa hajooa optimaalisissa olosuhteissa. Olosuhteita voidaan optimoida esimerkiksi syöttämällä prosessiin ilmaa lämmitys- tai jäädytystarkoituksessa sekä hapen saannin varmistamiseksi.

Kompostia voidaan käyttää esim. lannoitteena tai maanparannusaineena. Komposti lisää kasvu-alustan ja maan monimuotoisuutta ja eloperäisen aineksen pitoisuutta. Komposti sisältää runsaasti erilaisia bakteereita ja sienirihmastoja, jotka parantavat maaperän mururakennetta ja lisäävät siten vesi- ja ilmatilaa yhdessä eloperäisen aineksen oman suuren huokoisuuden kanssa. Lisäksi komposti lisää kasvualustaan hitaasti liukenevia ravinteita, joita kasvit voivat hyödyntää pitkään. Lisäksi kompostia voidaan käyttää kasvualustaseoksissa, joka on teknisesti käsitelty kasvupohja kasveille.

Kompostin kypsyyssaste vaikuttaa merkittävästi käyttötarkoitukseen. Peltoviljelyyn soveltuva tuorekomposti voi olla raaempaa, kun taas kasvualustatuotannossa kompostin tulee olla stabiilia. Maanviljelyssä kompostia on käytetty pääasiassa maanparannusaineena, jotta saadaan kohennettua maaperän ominaisuuksia suotuisammiksi.

Lannoitevalmisteet viittaavat lainsäädännön mukaisesti epäorgaanisiin ja orgaanisiin lannoitteisiin, kalkitusaineisiin, orgaanisiin ja epäorgaanisiin maanparannusaineisiin, kasvualustoihin, biosimulantteihin ja lannoitevalmisteiden seoksiin. **Lannoitteet** ovat valmisteita tai aineita, jotka on tarkoitettu edistämään kasvien kasvua tai parantamaan satoa. **Maanparannusaineet** on tarkoitettu parantamaan kasvualustan ominaisuuksia, rakennetta tai biologista aktiivisuutta. Lannoitteiden vaikutus perustuu ensisijaisesti kasviraavinteisiin, kun puolestaan maanparannusaineiden vaikutus perustuu pääasiassa muihin vaikutuksiin kuin kasviraavinteisiin. Myös maanparannusaineet voivat sisältää ravinteita. **Kasvualustalla** tarkoitetaan tässä kasvien tai sienten kasvatukseen tarkoitettua nestemäistä tai kiinteää ainetta tai valmistetta, johon voi olla lisätty muita lannoitevalmisteita. Lannoitelainsäädännössä kasvualustalla ei tarkoiteta paikan päällä olevaa maa-ainesta.²

3. Kompostin valmistusta ja markkinoille saattamista säätelevä lainsäädäntö

Lannoitevalmisteiden valmistusta ja käyttöä säätelee lannoitelaki (711/2022), joka sisältää EU:n lannoitevalmisteasetuksen (2019/1009) edellyttämän toimeenpanon. Valvovana viranomaisena toimii Ruokavirasto.

Uuden lannoitelain (711/2022) voimantulon myötä merkittävimmät muutokset lannoitealan toimijan kannalta keskeisimpänä muutoksena vanhan lainsäädännön mukaisista lannoitevalmisteiden tyyppinimistä luovutaan. Lannoitevalmisteet luokitellaan EU-lannoitevalmisteasetuksen kanssa samantapaisiin tuoteluokkiin ja lannoitevalmisteen komponentteina ja raaka-aineina käytettävät aineet määritellään ainesosaluokissa ja ainesosina. Muutos luo paremmat mahdollisuudet uusien lannoitevalmisteiden kehittämiseen ja niiden tuomiseen markkinoille.

Laitoshyväksyntävaatimus poistuu, mikä lisää toiminnanharjoittajan omaa vastuuta siitä, että toiminta tapahtuu vaatimusten mukaisesti ja laadukkaasti. Laitoksia, jotka käsittelevät eläimistä saatavia sivutuotteita, koskee kuitenkin edelleen laki eläimistä saatavista sivutuotteista (517/2015) ja MMMa eläimistä saatavista sivutuotteista (783/2015).

Toiminnanharjoittajan on tehtävä Ruokavirastolle ilmoitus toiminnastaan, sen olennaisista muutoksista ja lopettamisesta ennen toiminnan aloittamista tai lopettamista sekä varattava valvontaviranomaisen tarkastus ennen toiminnan aloittamista. Toiminnanharjoittajan on otettava käyttöön laatujärjestelmä, jonka avulla varmistetaan, että lannoitevalmisteet ovat lainsäädännön vaatimusten mukaisia. Laatujärjestelmän sisältö vastaa pääosin vanhan lainsäädännön omavalvontavelvollisuutta. Ruokavirastolle on ilmoitettava kerran vuodessa tiedot lannoitevalmisteiden valmistusmääristä, valmistukseen käytetyistä ainesosista sekä markkinoille saatetuista, tuotavista ja vietävistä lannoitevalmisteista. Toiminnasta on pidettävä ajan tasalla olevaa eräkohtaista tiedostoa, josta voidaan tarvittaessa selvittää valvontaa varten tarpeelliset tiedot.

Vanhan lainsäädännön mukaisia tyyppinimiluettelon ja EY-lannoiteasetuksen mukaisia tuotteita voi valmistaa kansallisina tuotteina 31.12.2023 saakka ja niitä voi saattaa markkinoille 31.12.2024 saakka.

² Ruokavirasto 2023. Lannoitevalmisteiden vaatimukset. <https://www.ruokavirasto.fi/kasvit/lannoitevalmisteet/laatuvaatimukset/>

Kansallinen maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista (MMM 964/2023) astui voimaan 11.10.2023. Asetuksessa säädetään tuoteluokkien laatuvaatimuksista, ainesosaluokista sekä niiden laatu- ja käsittelyvaatimuksista, ainesosaluettelon sisällöstä, lannoitevalmisteiden ja lannan käytöstä sekä tuoteluokakohtaisista merkintävaatimuksista, ilmoitustavasta ja lannoitevalmisteiden ominaisuuksien sallituista poikkeamista.

Lannoitelain ja sen nojalla säädetyn *Valtioneuvoston asetuksen fosforia sisältävien lannoitevalmisteiden ja lannan käytöstä 64/2023* (ns. fosforiasetus, voimaan 17.1.2023) mukaan fosforin käyttöön liittyvät vaatimukset koskevat jatkossa myös viher- ja ympäristörakentamista sekä viljelijöitä, jotka eivät aiemmin ole olleet fosforin käytön ympäristökorvauksia koskevien rajoitusten piirissä. Fosforiasetuksessa määritellään ylärajat fosforin käytölle hehtaarikohtaisesti.

3.1 Lannoitelain tavoite

Lannoitelain tavoitteena on korkealaatuisen kasvintuotannon, elintarvikkeiden laadun sekä ympäristön ja vesien tilan turvaamiseksi edistää hyvälaatuisten, turvallisten ja kasvintuotantoon sopivien lannoitevalmisteiden tarjontaa, lannoitevalmisteiden ja lannan asianmukaista käyttöä sekä tarvittavien tietojen antamista lannoitevalmisteiden ostajille ja käyttäjille.

Lannoitelain yleisten vaatimusten mukaan lannoitevalmisteiden on oltava turvallisia ja käyttötarkoitukseensa sopivia. Lannoitevalmiste ei saa sisältää sellaisia määriä haitallisia aineita, yhdisteitä tai eliöitä, että sen käyttöohjeiden mukaisesta käytöstä voi aiheutua vaaraa ihmisten tai eläinten terveydelle tai turvallisuudelle, kasvien terveydelle taikka ympäristölle.

3.2 Lannoitevalmisteiden ja raaka-aineiden luokittelu

Lainsäädännön näkökulmasta tässä työssä käsitelty biojätteestä ja/tai viherjätteestä valmistettu ”komposti” lukeutuu pääsääntöisesti ominaisuuksiensa perusteella kansalliseen ainesosaluokkaan 3 komposti ja puhdistamolietteestä valmistettu komposti ainesosaluokkaan 10 käsitelty jätevesiliete. Tässä raportissa käsitelty ”komposti” voisi kuulua myös toimintaperusteiseen tuoteluokkaan 1A orgaaninen lannoite tai 3A orgaaninen maanparannusaine tai sitä voitaisiin käyttää raaka-aineena esimerkiksi tuoteluokassa 4 kasvualusta.

Lannoitelainsäädännössä lannoitteilla tarkoitetaan kasvien kasvun tai sadon laadun parantamiseen tarkoitettuja aineita tai valmisteita, joiden vaikutus perustuu ensisijaisesti kasviraavinteisiin. Maanparannusaineet viittaavat maan ominaisuuksien parantamiseen tarkoitettuihin aineisiin tai valmisteisiin, joiden vaikutus perustuu pääasiassa muihin vaikutuksiin kuin kasviraavinteisiin, mutta myös maanparannusaineet voivat sisältää ravinteita. Kasvialustat ovat kiinteitä tai nestemäisiä kasvien tai sienten kasvatukseen tarkoitettuja aineita tai valmisteita, joihin voi olla lisätty muita lannoitevalmisteita, ja jotka ovat muuta kuin paikan päällä oleva maa-aines.

3.2.1 Ainesosaluokat

Lannoitevalmisteiden on koostuttava kansallisen lainsäädännön EU-lainsäädännön mukaisista ainesosista. Ainesosalla tarkoitetaan kaikkia aineita, joita käytetään lannoitevalmisteiden valmistukseen, lisätään lannoitevalmisteeseen tai muodostuu lannoitevalmisteiden valmistuksen yhteydessä. Epäpuhtauksia ei pidetä ainesosana. Aineosien on täytettävä aineosille asetetut yleiset laatu- ja käsittelykriteerit. EU-lainsäädännössä lannoitevalmisteiden komponentteina ja raaka-aineina käytettävät aineet määritellään ainesosaluokissa (CMC, *component material category*).

Kansalliseen lannoitevalmisteiden ainesosaluokkaan voidaan lisätä uusia ainesosia, jos niistä valmistettu lannoitevalmiste ei aiheuta riskiä ihmisten, eläinten tai kasvien terveydelle, turvallisuudelle taikka ympäristölle ja ne parantavat kasvien kasvua tai kasvuolosuhteita taikka lannoitevalmisteen käytettävyyttä. Ruokavirasto ylläpitää ainesosaluetteloa ja uuden ainesosan sisällyttämistä luetteloon haetaan Ruokavirastolta.

Ainesosaluokkaan 3 kuuluvat kompostit on valmistettu Ruokaviraston ylläpitämään ainesosaluetteloon kuuluvista syötemateriaaleista ja kompostointilisäaineista. Ainesosaluetteloon kuuluu mm. biojäte sekä puutarha- ja puustojäte. Lannoiteasetuksen liitteen 1 mukaan ”komposti ei saa sisältää yhdyskuntajätevesilietettä tai saostus- ja umpisäiliölietettä, tai muuta kiinteistökohtaisen tai maatilojen yhteisen jätevedenkäsittelyjärjestelmän lietettä.” Käsitelty jätevesiliete kuuluu ainesosaluokkaan 10, eikä muissa ainesosaluokissa voi olla edes vähäisiä määriä jätevesilietteitä, joilla tässä yhteydessä tarkoitetaan seuraavia:

- yhdyskuntajätevesilietteet
- saostus- ja umpisäiliölietteet
- kiinteistö- ja maatilakohtaiset jätevedenkäsittelyjärjestelmän lietteet
- kuivakäymälälietteet
- muut kuin edellä mainittujen jätevedenpuhdistamoiden lietteet

Mikäli lannoitevalmisteen tuoteselosteessa ei ole eritelty jätevesilietteen osuutta, lannoitevalmisteen katsotaan lainsäädännön mukaan olevan kokonaisuudessaan jätevesilietettä. Jätevesilietteiden käsittelyssä noudatetaan siirtymäaikaa ja MMMa 24/11 mukaisia jätevesilietepohjaisia lannoitevalmisteita on mahdollista valmistaa 31.12.2023 saakka ja saattaa markkinoille 21.12.2024 saakka.

3.2.2 Tuoteluokat

Lannoitevalmisteet on luokiteltu kansallisiin tuoteluokkiin sekä EU-lainsäädännön mukaisiin tuoteluokkiin (PFC). Lannoitevalmiste voi valmistettu kansallisen tai EU-lainsäädännön mukaan. Lannoitevalmisteiden kansalliset tuoteluokat on lueteltu alla:

1. Lannoite
 - 1A. Orgaaninen lannoite
 - 1B. Orgaaninen kivennäislannoite
 - 1C. Epäorgaaninen lannoite
 - 1C1. Epäorgaaninen pääravinnelannoite
 - 1C1.1. Yksiravinteinen epäorgaaninen pääravinnelannoite
 - 1C1.2 . Moniravinteinen epäorgaaninen pääravinnelannoite
 - 1C2. Epäorgaaninen hivenravinnelannoite
 - 1C3. Metsätuhkalannoite
2. Kalkitusaine
3. Maanparannusaine
 - 3A. Orgaaninen maanparannusaine
 - 3B. Epäorgaaninen maanparannusaine
4. Kasvualusta
5. Biostimulantti
6. Lannoitevalmisteiden seos

Lannoitevalmisteen on täytettävä sitä koskevat tuoteluokakohtaiset vaatimukset. Mikäli lannoitevalmiste on seos, jokaisen valmistuksessa käytettävän tuoteluokan on täytettävä sitä koskevat vaatimukset. Toimija saa päättää markkinoille saatettavan lannoitevalmisteen tuoteluokasta, mikäli se sopii ominaisuuksiensa perusteella useampaan tuoteluokkaan.

4. Lainsäädännön asettamat laatuvaatimukset

Lannoitelaki ja -asetus asettavat tuoteluokkakohtaisia raja-arvoja mm. haitta-aineille ja tuotteen hygienialle. Ainesosaluokalle komposti on lisäksi säädetty taudinaiheuttajille ja epäpuhtauksille raja-arvoja.

4.1 Ainesosaluokkaa komposti ja käsitelty jätevesiliete koskevat vaatimukset

Ainesosaluokkakohtaisia vaatimuksia on annettu esimerkiksi aineosien käsittelymenetelmille, käytön rajoituksille ja käsittelyjen ainesosien stabiilisuudelle. Lisäksi on säädetty haitallisten aineiden, taudinaiheuttajien ja epäpuhtauksien enimmäispitoisuuksista. Ainesosaluokalle komposti on myös annettu käsittelymenetelmät, joista toimija voi valita omaan toimintaansa sopivat käsittelyparametrit.

4.1.1 Käsittelymenetelmä

Lannoitevalmisteasetuksen liitteessä 2 on säädetty ainesosaluokkia koskevista laatuvaatimuksista ja käsittelymenetelmistä. Liitteen mukaan ainesosaluokkaan 10 kuuluville käsitellyille jätevesilietteilille on useita vaihtoehtoisia käsittelymenetelmiä, mutta aerobisen kompostoinnin osalta on todettu, että "prosessoinnin on oltava sellainen, että käsitelty materiaali on hygieenistä ja tasalaatuista."

Ainesosaluokan 3 komposti osalta käsittelymenetelmän osalta on asetettu, että kompostointiprosessin aikana kunkin erän kaikissa osissa on oltava jokin seuraavista lämpötila-aika-profiileista:

- 1) vähintään 70 celsiusasteen lämpötila vähintään 60 minuutin ajan, palakoko enintään 12 millimetriä;
- 2) vähintään 70 celsiusasteen lämpötila vähintään 1 päivän ajan;
- 3) vähintään 65 celsiusasteen lämpötila vähintään 3 päivän ajan;
- 4) vähintään 60 celsiusasteen lämpötila vähintään 5 päivän ajan; tai
- 5) vähintään 55 celsiusasteen lämpötila vähintään 7 päivän ajan.

Lisäksi kompostia on jälkikypsyttävä 6 kk ajan, mikäli kompostointiprosessi ei ole suljettu. Edellä esitettyjä lämpötila-aika-profiileja ei sovelleta, mikäli laitos on hyväksytty toimeenpanoasetuksen mukaisesti ja käsittelyssä noudatetaan asetuksen liitteessä V säädettyjä kompostointilaitoksiin sovellettavista muuntamista koskevia parametreja.

4.1.2 Epäpuhtaudet

Lannoitevalmisteet voivat sisältää ainesosista peräisin olevia epäpuhtauksia, kuten roskia, jotka voivat aiheuttaa haittaa ihmisille, eläimille ja muulle ympäristölle lannoitevalmisteen käyttökohdeissa. Lannoitevalmisteasetuksella on säädetty sekä ainesosaluokan 3 komposti sekä ainesosaluokan 10 käsitelty jätevesiliete sisältämien epäpuhtauksien raja-arvoista 31.12.2027 saakka sekä siirtymäajan jälkeen 1.1.2028 alkaen.

Lannoitevalmisteasetuksen mukaan komposti ja käsitelty jätevesiliete saa 31.12.2027 saakka sisältää epäpuhtauksia seuraavin raja-arvoin:

- a) yli 2 millimetrin epäpuhtauksia enintään 5 g/kg_{ka} joissain seuraavista muodoista: lasi, metalli tai muovi; ja
- b) edellä a-alakohdassa tarkoitettuja epäpuhtauksia yhteensä enintään 10 g/kg_{ka}.

Siirtymäajan jälkeen 1.1.2028 alkaen komposti saa sisältää:

- a) yli 2 millimetrin epäpuhtauksia enintään 2,5 g/kg_{ka} joissain seuraavista muodoista: lasi, metalli tai muovi; ja
- b) edellä a-alakohdassa tarkoitettuja epäpuhtauksia yhteensä enintään 5 g/kg_{ka}.

Asetuksessa mainittujen epäpuhtauksien lisäksi on syytä huomioida, että varsinkin kitkentäjäte voi sisältää myös vieraslajien siemeniä tai itäviä osia, jotka voivat aiheuttaa haittaa kasveille käyttökohteessaan. HSY:n mukaan joidenkin vieraslajien juuriston ja siementen tuhoaminen vaatii kahden viikon tunnelikompostoinnin, joka sisältää hygienisointijakson (60 °C, 48 h).

4.1.3 Kypsyys

Kompostoidun materiaalin tulee olla riittävästi hajonnutta, jotta se ei sisällä kasvien kasvulle haitallisia (fytotoksisia) aineita tai aiheuta ympäristöön häiritsevää hajuhaittaa. Tuotteen hajoamisasteen eli stabiilisuuden arviointi tehdään hiilidioksidintuottotestillä tai hapenottokyvyn määrittämisellä.

Ainesosaluokan 3 (komposti) ja ainesosaluokkaan 10 (käsitelty jätevesiliete) kuuluvan kompostoidun jätevesilietteen stabiilisuuden arviointikriteerit kansallisen lannoitevalmisteasetuksen mukaan on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 1). Kompostin tai kompostoidun jätevesilietteen on täytettävä jokin alla olevassa taulukossa olevista stabiilisuuskriteereistä käyttötarkoituksen mukaan.

Taulukko 1. Kompostin ja käsitellyn jätevesilietteen stabiilisuuden arviointikriteerit (MMMa 964/2023).

Tuoteluokka	Stabiilisuuskriteeri
Lannoite ja kasvualusta	Hiilidioksidintuotto enintään 3 mg CO ₂ -C/g VS/vrk ja kasvivaste vähintään 70 %; tai Hapenottokyky enintään 5 mmol O ₂ /kg orgaanista ainesta/h ja kasvivaste vähintään 70 %
Maanparannusaine	Hiilidioksidin tuotto enintään 6 mg CO ₂ -C/g VS/vrk; tai Hapenottokyky enintään 25 mmol O ₂ /kg orgaanista ainesta/h

4.1.4 Hygienia

Lannoitevalmisteiden raaka-aineet voivat sisältää erilaisia ihmisille, eläimille tai kasveille tauteja aiheuttavia mikrobeja, jotka päätyvät käsittelyprosessiin yleensä saastuneiden elintarvikkeiden välityksellä ja joiden tulee tuhoutua jätteen käsittelyprosessissa, jotta lannoitevalmisteen käyttö on turvallista.

Yleisesti ottaen mikrobien häviäminen on sitä nopeampaa, mitä korkeampi on kompostin lämpötila. Häviämisnopeuteen vaikuttavat lämpötilan lisäksi myös mm. pH, kosteus sekä mikrobien kilpailutekijät ja niiden yhteisvaikutus, minkä vuoksi taudinaiheuttajien häviämistä kompostointiprosessissa ei voida yksiselitteisesti määrittellä.

Suomessa esiintyvät merkittävimmät salmonellan serotyypit ovat S. typhimurium, S. enteridis ja S. infantis. Harvinaisempia salmonellan serotyyppiä voi päätyä biojätteenkäsittelyyn mm. ulkomaisien elintarvikkeiden pinnoilla. Salmonella voi säilyä kahdeksasta kuukaudesta jopa vuoteen maaperässä, johon on levitetty salmonellalla saastunutta lannoitevalmistettä. Sen on todettu pysyvän elinkykyisenä sekä lisääntyvän lämpötila-alueella 6–47 °C. Salmonellan on todettu tuhoutuvan 70 °C lämpötilassa 60 min aikana tai matalammissa lämpötiloissa (55–60 °C) useamman vuorokauden aikana. Osa salmonellatyypeistä on havaittu hyvin kestäviksi, kuten S. enterica. Useissa lähteissä

pidetään yli 55 °C:n asteen lämpötilaa vähintään 2–3 päivän ajan riittävänä taudinaiheuttajien hävittämiseksi.

Kansallisen lannoitevalmisteasetuksen (MMM 964/2023) liitteessä 1 on esitetty ainesosaluokkien 3 ja 10 sisältämien patogeeni- enimmäismäärät (Taulukko 2).

Taulukko 2. Ainesosaluokissa 3 ja 10 sallitut patogeeni- enimmäismäärät (MMM 964/2023).

Indikaattoriorganismi	Enimmäismäärä
Escherichia coli	1 000 pmy/g:ssa tai ml:ssa
Salmonella	Ei esiinny 25 g:ssa tai 25 ml:ssa

4.1.5 Ainesosaluokkaa käsitelty jätevesiliete koskevat erityiset vaatimukset

Edellisissä kohdissa esitettyjen laatuvaatimusten lisäksi on lannoitevalmisteasetuksessa säädetty muutamista erityisistä vaatimuksista koskien käsitellyn jätevesilietteen käyttöä lannoitevalmisteenä. Erityiset vaatimukset koskevat ko. lannoitevalmisteiden käyttöä viljelysmailla.

4.2 Tuoteluokkia orgaaninen lannoite, orgaaninen maanparannusaine ja kasvualusta koskevat vaatimukset

Markkinoille saatettavan lannoitevalmisteen on oltava joko kansallisen tai EU-lainsäädännön mukaista ja sen on täytettävä lannoitevalmisteille asetetut yleiset laatu- ja turvallisuusvaatimukset. Laatu- ja turvallisuusvaatimukset liittyvät erimerkiksi haitallisten aineiden enimmäispitoisuuksiin ja hygieniaan. Vaatimuksista on säädetty tuoteluokkakohtaisesti. Lisäksi asetuksen liitteissä on säädetty tuoteluokkakohtaisista merkintävaatimuksista.

4.2.1 Haitalliset aineet

Lannoitevalmisteissa tai niiden ainesosissa voi esiintyä haitallisia aineita, jotka voivat aiheuttaa terveydellistä tai muuta haittaa tai vaaraa ihmisille, eläimille, kasveille, maaperälle tai muulle ympäristölle. Lannoitevalmisteiden sisältämille haitallisille aineille on annettu raja-arvot, jotta lannoitevalmisteet ovat turvallisia käyttää.

Kansallisen lannoitevalmisteasetuksen (MMM 964/2023) liitteessä 1 on esitetty tuoteluokissa 1A orgaaninen lannoite, 3A orgaaninen maanparannusaine sekä 4 kasvualusta sallittujen haitallisten aineiden enimmäismäärät (Taulukko 3).

Taulukko 3. Tuoteluokissa 1A, 3A ja 4 sallittujen haitallisten aineiden enimmäismäärät (MMM 964/2023).

Haitalliset metallit	Tuoteluokat 1A ja 3A	Tuoteluokka 4
Yksikkö	(mg/kg _{ka})	(mg/kg _{ka})
Arseeni (As)	40	10
Elohopea (Hg)	1	0,5
Kadmium (Cd)	1,5	1,0
Kromi (Cr)	300	200
Kupari (Cu)	600	150
Lyijy (Pb)	100	50
Nikkeli (Ni)	70	50
Sinkki (Zn)	1 500	300

4.2.2 Hygienia

Tuoteluokkia 1A, 3A ja 4 koskee vastaavat hygieniavaatimukset kuin aineosaluokkia 3 ja 10.

4.2.3 Muut ominaisuudet

Lisäksi asetuksen liitteessä 1 on asetettu, että tuoteluokan 1A mukaisen orgaanisen lannoitteen on sisällettävä orgaanista hiiltä ja ravinteita, jotka ovat biologista alkuperää. Orgaaninen lannoite saa kuitenkin jossain määrin sisältää mm. kompostoinnin tukiaineena hyödynnettävää turvetta sekä tiettyjä muita fossiilista alkuperää olevia materiaaleja.

Tuoteluokan 3A mukaisen orgaanisen maanparannusaineen on kuiva-ainepitoisuuden oltava vähintään 15 %, jonka lisäksi kiinteässä orgaanisessa maanparannusaineessa esiintyvän orgaanisen hiilen pitoisuus on oltava vähintään 7,5 %.

5. Benchmark: kompostointiprosesseja Suomessa ja Euroopassa

Osana työtä toteutettiin benchmark-tarkastelu, jonka tavoitteena oli tutustua suomalaisiin ja muuttamiin eurooppalaisiin kompostointiprosesseihin ja eri raaka-aineista tuotettavien kompostien ominaisuuksiin (ravinnepitoisuus).

Benchmark-tarkastelussa tutustuttiin seuraavien toimijoiden kompostointiprosesseihin niiden kirjallisten prosessikvuausten sekä kompostista saatavilla olevien ravinteisuusanalyysitulosten perusteella:

- HSY (Ämmässuo ja Metsäpirtti)
- Mustankorkea (Jyväskylä)
- Stormossen (Vaasa)
- Kekkilä (Ilmajoki)
- Stara (Helsinki)
- Sysav (Malmö, Ruotsi)
- MA48 (Wien, Itävalta).

Kohteista selvitettiin kompostointiprosessissa käytettävät raaka-aineet, menetelmät ja prosessiparametrit, toimijan (itselleen asettamat ja noudattamat) laatuvaatimukset, käytössä olevat laitteet, riskienhallinta sekä lopputuotteen jalostusmenetelmät (seosaineet, -suhteet) ja käyttökohteet. Benchmark-kohteiden prosessikuvaukset on esitetty raportin liitteessä 2.

Benchmark-kohteista saadut tiedot toimivat pohjana laatukorteille, joissa on esitetty mm. tarkastelun mukaisista raaka-aineista valmistetun kompostin keskimääräiset ravinnepitoisuudet lähtöaineistoksi saatujen analyysitulosten perusteella. Laatukortit on esitetty liitteessä 1.

6. Kompostointiprosessit

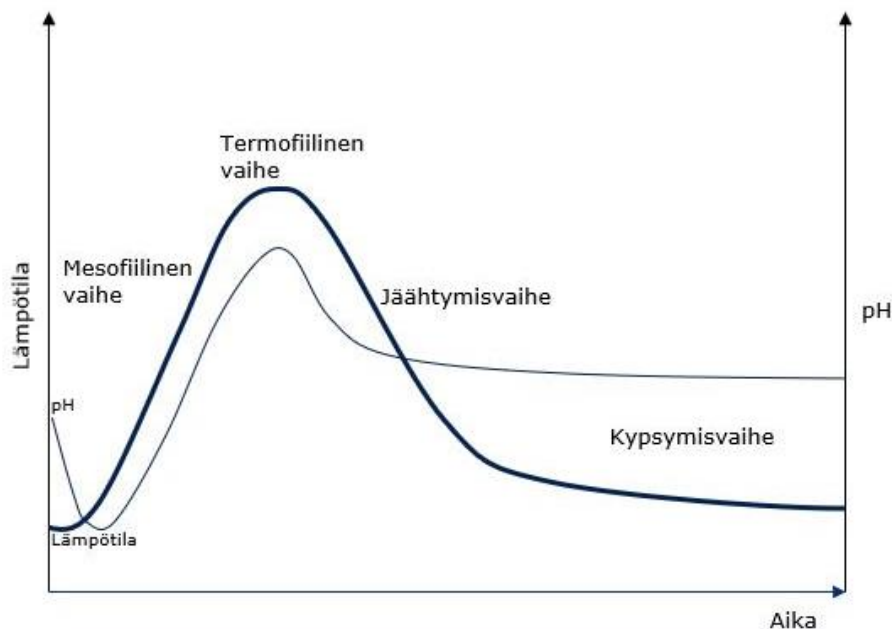
Kompostoituminen tarkoittaa eloperäisen aineksen hajoamista hapellisissa olosuhteissa pieneliöiden, kuten bakteerien, sienten, sädesienten ja lierojen hajotustoiminnan seurauksena.

Materiaalit ovat yleensä kompostoitavissa 40–70 %:n kosteuspitoisuuksissa. Optimaalinen hiili/typpisuhde (C/N-suhde) on 25–35:1. C/N-suhdetta voi arvioida kompostin hajun ja ulkonäön perusteella. Jos tyypeä ei ole riittävästi ja hiiltä liikaa, pieneliöiden lisääntyminen vähenee. Tällöin komposti ei lämpene ja lahoaminen hidastuu, eikä lopputulos sisällä paljoakaan ravinteita. Mikäli kompostissa on liikaa tyypeä, komposti haisee pistävältä ammoniakilta.

Lämpötilan ja sen muutosten perusteella kompostoitumisprosessi voidaan jakaa neljään eri vaiheeseen:

1. Mesofiilinen vaihe
2. Termofiilinen vaihe
3. Jäähdytysvaihe
4. Kypsytysvaihe

Prosessin mesofiilivaiheessa lämpötila nousee, jolloin mikrobitoiminta aktivoituu. Mikrobit hajottavat helposti hajoavaa orgaanista ainesta ja muodostuu orgaanisia happoja, minkä vuoksi pH laskee. Termofiilisessä vaiheessa, jossa lämpötila on yli 45 °C, mikrobit hajottavat proteiineja, jolloin syntyy ammoniakkia ja pH nousee. Nimensä mukaisesti jäähdytysvaiheessa komposti jäähtyy ja mikrobitoiminta hidastuu orgaanisen aineksen määrän vähennyttyä. Samalla myös pH laskee. Viimeisessä vaiheessa eli kypsytysvaiheessa muodostuvat humusaineet. Kompostointiprosessin vaiheet on havainnollistettu seuraavassa kuvassa (Kuva 1).



Kuva 1. Kompostoitumisprosessin vaiheet (mukaillen Karvonen & Käyhkö, 2022³).

³ Karvonen & Käyhkö, 2022. Tomaatinsiementesti ja seurantanäytteet kompostoinnin kehittämisen työkaluna. <https://oamk.fi/oamkjournal/2022/tomaatinsiementesti-ja-seurantanaytteet-kompostoinnin-kehittamisen-tyokaluna/>

6.1 Kompostoitavien raaka-aineiden ominaisuudet

Viherjäte

Viherjäte koostuu pääsääntöisesti ruohonleikkuujätteistä, puiden lehdistä ja haravointijätteistä, kasvien ja kukkien naateista, rikkakasveista, kävyistä, neulasista, oljesta, heinästä, risuista ja oksista. Näiden lisäksi puutarhajätteen mukana tulee mineraalipitoista materiaalia kuten hiekkaa, kiviä, multaa sekä muovia mm. ruukuista, jätösäkeistä ja kate-/maisemointikankaista. Viherjätteen keräyskohteella on vaikutusta materiaalin roskaisuuteen. Esimerkiksi kaupunkien keskusta-alueilta kerätty viherjäte on roskaisempaa, kuin asuinalueilla muodostuva viherjäte. Syntyvien viherjätteiden ominaisuuksiin vaikuttavat myös vuodenajat. Loppukesällä ja syksyllä kerätyssä materiaalissa voi olla paljon helposti hajoavaa materiaalia.

Viherjätteet ovat hyvin heterogeeninen jätetype ja niiden ominaisuuksissa voi olla suuria eroja kuormien välillä, joten myös tuotettavissa viherjättekompostierissä on vaihtelua. Osa tuotavista eristä voi sisältää huomattavia määriä ligniinipohjaisia materiaaleja, kuten risuja ja oksia, kun vastaavasti toinen erä voi koostua helposti hajoavista orgaanisista jätteistä.

Yksittäisten erien tai vuodenaikasidonnaisilla raaka-aineen muutoksia puutarhajätteen aumakompostoinnin toimivuuteen hillitsee jätteen esikäsittely. Esikäsittely, kuten murskaus ja sekoittaminen, homogenisoi jätteseosta, jolloin erot auman sisällä saadaan tasoittumaan.

Jätevesiliete

Jätevesilietettä muodostuu kunnallisessa jätevedenpuhdistuksessa ja se koostuu laitokselle tulevan jäteveden kiintoaineesta ja puhdistusprosessissa kiintoainemuotoon saatetusta aineesta. Jätevesiliete on orgaanista ainetta, joka sisältää sekä pääravinteita eli typpeä ja fosforia että kasvien kasvulle tärkeitä hivenaineita kuten kaliumia, kalsiumia ja magnesiumia. Lietteen käyttö lannoitteena tai maanparannusaineena edellyttää kuitenkin sen stabilointia ja hygienisointia eli käsittelyä siten, että hajoaminen ja hajujen muodostuminen hidastuvat voimakkaasti ja taudinaiheuttajat kuolevat. Lietteen sisältämät, jätevedestä peräisin olevat haitta-aineet voivat rajoittaa jatkokäyttömahdollisuuksia.

Lietteen raskasmetallipitoisuudet ja käytännössä myös muiden haitta-aineiden pitoisuudet riippuvat pääasiassa jätevedenpuhdistamolle tulevan jäteveden laadusta. Haitta-aineiden määriin voidaan vaikuttaa lähinnä rajoittamalla niiden viemärintiä määräyksin, sopimuksin ja ohjein. Lietteen sisältämien tautia aiheuttavien bakteerien ja virusten määrä riippuu lietteen käsittelystä, sillä tuleva yhdyskuntajätevesi sisältää aina runsaasti ulosteperäisiä bakteereja ja viruksia.

Biojäte

Biojätettä ovat kaikki kompostoituvat jätteet, kuten hedelmien, vihannesten ja juuresten kuoret, ruuantähteet, pilaantuneet ja kuivuneet elintarvikkeet, suodatinpaperit poroineen, talouspaperit ja paperiset lautasliinat, munakennot, kasvinosat ja kuihtuneet kukat, kalanruodot ja luut sekä puiset aterimet ja hammastikut. Kaupoissa muodostuu usein myös pakattua biojätettä, johon lajitellaan vanhentuneet tai poistettavat elintarvikkeet pakkauksineen.

Biojätteen erilliskeräyksellä lisätään biojätteen hyötykäyttömahdollisuuksia muun muassa biokaasun tuotannossa ja lannoitteiden valmistuksessa sekä parannetaan muiden jätetypeiden kierrätys-

mahdollisuuksia. Nykyisen jätelainsäädännön mukaan kuntien tulee järjestää biojätteen erilliskeräys taajamissa sijaitsevilla vähintään viiden huoneiston asuinkiinteistöissä (Valtioneuvoston asetus jätteistä, VNa 978/2021).

Biojäte on hyvin heterogeeninen ja usein myös kostea jätejäte, jonka koostumus voi vaihdella suuresti eri kuormien välillä. Biojätteen mädätys biokaasulaitoksessa on nykyään yleistä ja osa tässäkin hankkeessa tarkastelluista benchmark-laitoksista mädätti biojätteet tai osan niistä ennen kompostointia. Mädätysprosessi muuttaa käsiteltävän jätteen ominaisuuksia. Sen kuiva-ainepitoisuus pienenee, ja käsiteltävän massan pH on lähellä neutraalia. Mädätetty jäte on syötettä tasalaatuisempaa, hygieenisempää ja hajuttomampaa. Lisäksi siinä olevat ravinteet ovat nopeammin liukenevassa ja haihtuvassa muodossa.⁴ Mädätyksen jälkeen jätteen kompostointiin tarvitaan enemmän tukiaineita kuin ilman mädätystä, sillä kuiva-aineen määrä on pienempi.⁵ Toisaalta kompostointiprosessiin tarvittava aika voi lyhentyä jopa 40 %, sillä materiaalin hajoaminen on alkanut jo mädätysprosessissa.

Kompostoinnin tukiaineet

Kompostointiprosessin toimintaa edistetään tukiaineiden avulla. Tukiaine pitää kompostin ilmapana, mikä edistää hapen kulkeutumista prosessiin ja hiilidioksidin ja kosteuden (vesihöyry) kulkeutumista pois prosessista. Tukiaineet myös sitovat hajuja ja ylimääräistä kosteutta. Yleisimmin käytettyjä tukiaineita ovat viherjäte, turve sekä puuhake.

Tukiaineena käytettävä viherjäte voi koostua esimerkiksi haravointijätteestä, niittojätteestä ja risuhakkeesta. Kovin lehtipitoinen massa voi helposti vettyä ja tiivistyä, mikäli sitä käytetään yksinään märän massan tukiaineena. Tukiaineen käytettävän turpeen tulee olla mahdollisimman karkeaa sekä lannoittamatonta ja kalkitsevatonta. Turve sitoo kompostissa tehokkaasti liiallista kosteutta ja ammoniakkin hajua. Yksinään käytettynä turve saattaa tiivistyä ja vettyä, joten se usein sekoitetaan esimerkiksi puuhakkeen kanssa. Puuhake pitää kompostin hyvin ilmapana ja siitä muodostuu runsaasti humusta. Haketettu puunkuori puolestaan sitoo tehokkaasti kosteutta ja hajua.

6.2 Prosessikuvaus

6.2.1 Tunnelikompostoinnin prosessikuvaus

Useimmilla Suomessa toimivilla, biojätettä kompostoivalla laitoksilla on käytössä tunnelikompostointiprosessi. Osassa Suomessa toimivista tunnelikompostointilaitoksista käsitellään myös jätevesilietettä tai näiden jakeiden mädätyksessä syntyvää mädätysjäännöstä yhdessä biojätteen kanssa. Eri raaka-aineita voidaan sekoittaa toisiinsa tai käsitellä erikseen niin, että eri raaka-aineet ja niistä tuotetut kompostit eivät sekoitu keskenään.

Raaka-aineet vastaanotetaan tyypillisesti kompostointilaitoksen vastaanottotilaan jättejakeille (biojäte, jätevesiliete) erikseen varatuille vastaanottoaikoille. Toimitettujen raaka-aineiden asianmukaisuus on syytä varmistaa vastaanottotarkastuksella, jolloin voidaan havaita, mikäli kuorma sisältää esimerkiksi sopimatonta materiaalia. Mikäli havaitaan, että jätekuorma sisältää sopimatonta materiaalia, kyseinen materiaali on syytä poistaa. Prosessiin sopimaton jäte voi vaikuttaa prosessin toimintaan tai se voi aiheuttaa jopa laiterikkoja.

⁴ Pirkkamaa, 2014. Orgaanisen jätteen keräys ja käsittely Suomessa. Biolaitosyhdistyksen jäsenyhteydet kiertotalouden toteuttajia. Biolaitosyhdistys. https://biokierto.fi/wp-content/uploads/2019/06/Orgaanisen_jatteen_kerays_ja_kasittely_Suomessa.pdf

⁵ Sitra, 2017. Lietteenkäsittelyn nykytila Suomessa ja käsittelymenetelmien kilpailukyky –selvitys. <https://www.sitra.fi/app/uploads/2017/02/LietteenkC3A4sittely-2.pdf>

Tarvittaessa käsiteltävä jäte voidaan esikäsitellä murskaamalla ja poistamalla jätteestä vierasesi-
neet, kuten muovit. Jätevesilietteillä esikäsitteilytarve on yleensä vähäinen. Murskaaminen vähen-
tää raaka-aineen heterogeenisuutta sekä rikkoo biojätteen mukana tulevaa pakkausmateriaalia.
Pakkausmateriaalia voidaan poistaa myös magneettierottimella sekä seulomalla. Ennen kompos-
tointia materiaaliin sekoitetaan tukiainetta, kuten kierrätyspuumursketta tai risumursketta.

Yleensä kompostointitunnelit täytetään kompostoitavalla massalla tasaiseksi muutaman metrin kor-
kuiseksi patjaksi. Tämän jälkeen tunnelin ovi suljetaan ja prosessi käynnistetään kompostointilai-
toksen valvomo-ohjelmasta, josta tunnelikompostointiprosessia myös seurataan. Tyypillisesti pro-
sessin lämpötilaa tarkkaillaan jatkuvatoimisesti kompostointitunnelin poistoilman lämpötilamittauk-
sin. Automaatiojärjestelmän aikalaskuri yleensä rekisteröi ajan, jonka kompostoitava materiaali on
ollut vaaditussa lämpötilassa. Saadut tiedot tallentuvat valvomo-ohjelmaan, joka ilmoittaa, kun
kompostipanoksen lämpötila- ja viipymävaatimukset ovat täyttyneet.

Tunnelikompostointi kestää tavallisesti noin 1–2 viikkoa. Kompostia voidaan tunnelivaiheessa kään-
tää tyhjentämällä tunneli ja täyttämällä uudelleen tai siirtämällä massa toiseen tunneliin.

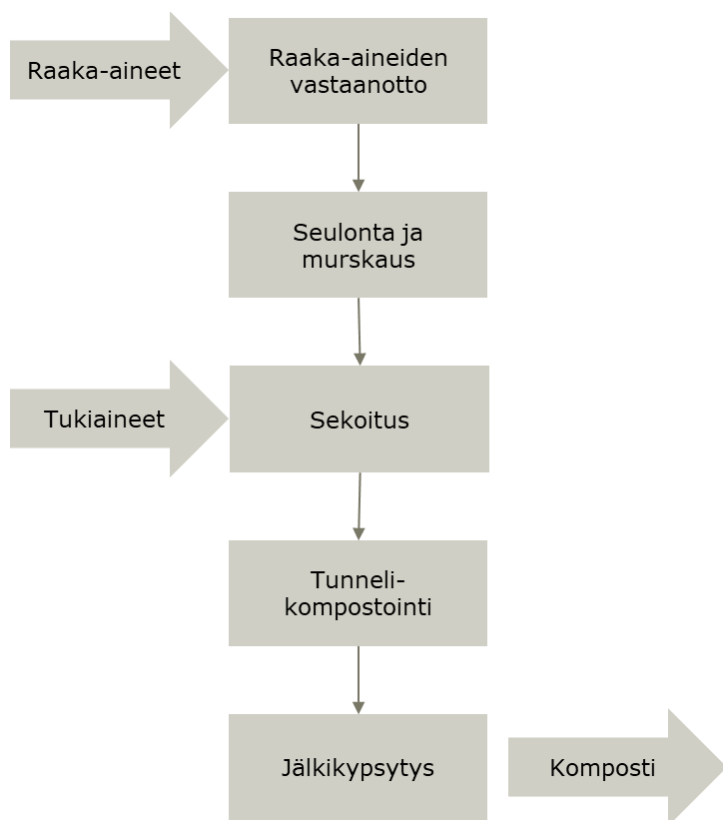
Tunnelivaiheen lämpötila- ja viipymävaatimusten täytyttyä massa siirretään tyypillisesti jälkikyp-
sytykseen ulkoaumoihin. Joihinkin prosesseihin kuuluu lisäksi jälkikypsytyksessä hallissa ennen siirtoa
ulkoaumoihin.

Jälkikompostointi ulkoauimoissa kestää yleensä muutamasta kuukaudesta vuoteen. Biojätteen ja
jätevesilietteen kompostoitumisaika on tavallisesti 4–12 kuukautta vuodenajasta, olosuhteista ja
raaka-aineen laadusta riippuen. Kompostoitumista voidaan tehostaa kääntämällä aumoja pyörä-
kuormaajalla tai aumankääntölaitteella noin 1–2 kk välein.

Valmiista lopputuotekompostista tutkitaan kompostin kypsyys, hygienia, ravinnepitoisuudet ja hai-
talliset aineet (metallit). Kompostin tulee täyttää lainsäädännön asettamat laatuvaatimukset, jotta
se voidaan siirtää jatkojalostukseen (esim. seulonta, kasvuvalustojen valmistus) tai myydä sellaise-
naan maanparannusaineena.

Kypsä komposti voidaan seuloa 10–20 mm seulalla raaka-aineista peräisin olevien roskien (mm.
biojätteiden mukana prosessiin kulkeutuneet pakkausjätteet) poistamiseksi.

Tunnelikompostointiprosessin vaiheet havainnollistava prosessikaavio on esitetty seuraavassa ku-
vassa (Kuva 2).



Kuva 2. Tunnelikompostoinnin prosessikaavio.

6.2.2 Aumakompostoinnin prosessikuvaus

Aumakompostointi soveltuu hyvin viherjätteiden käsittelymenetelmäksi, sillä viherjätteet eivät aiheuta kompostoituaessaan hajuhaittaa ympäristöön. Viherjätteet eivät myöskään houkuttele paikalle tuholaisia, kuten jyrsijöitä. Myös puhdistamolietteitä tai biokaasuprosesseissa syntyvää mädätysjäännöstä voidaan käsitellä aumakompostoimalla, mutta biojätteiden aumakompostointia ei nykyisin harjoiteta.

Raaka-aineet vastaanotetaan esimerkiksi varastokasalle, missä materiaalin laatu on syytä tarkastaa vastaanottohetkellä, jotta mahdolliset suuremmat epäpuhtaudet ja soveltumattomat kuormat voidaan poistaa raaka-aineen joukosta. Soveltumattomiksi voidaan todeta esimerkiksi viherjätkekuormat, jotka sisältävät haitallisia vieraslajeja, joiden siemenet ja osat voisivat selvitä aumakompostointiprosessista.

Kompostoitava materiaali voidaan murskata haluttuun palakokoon, mikä voi olla tarpeen ennen viherjätteen kompostointia. Murskaaminen vähentää raaka-aineen heterogeenisyyttä. Jätevesiliete tai mädätysjäännös on lähtökohtaisesti riittävän heterogeenistä. Lisäksi kompostoitavaan materiaaliin voidaan tarvittaessa sekoittaa tukiainetta, kuten risumursketta, lisäämään kompostoitavan materiaalin ilmapuutusta. Tämä ei välttämättä ole tarpeellista ennen viherjätteen kompostointia, mutta jätevesilietteen tai mädätysjäännöksen kompostointi vaatii tukiaineita.

Kompostoitava materiaali rakennetaan aumoiksi tyypillisesti pyöräkuormaajalla. Aumakoko valitaan kompostointikentän koon ja esimerkiksi auman kääntöön käytettävien työkoneiden mukaan. Prosessin aikana auman tilavuus pienenee noin 50 % käsiteltävästä materiaalista riippuen.

Kompostiauman lämpötilaa voidaan seurata aktiivisen kompostoinnin aikana lämpötilamittauksin joko käsikäyttöisellä aumalämpötilamittarilla tai jatkuvatoimisilla lämpötila-antureilla. Kompostin hygienisoitumiseksi kompostiauman lämpötilan on noustava riittävän korkeaksi riittävän pitkäksi aikaa. Tavallisesti 14 vuorokautta 55 °C:ssa on todettu olevan riittävä taudinaiheuttajien, rikkakasvin siementen ja mahdollisten haitallisten vieraslajikasvien lisääntymiskykyisten osien ja kasvitautien tuhoutumiseksi. Kompostoitumista voidaan seurata myös aistinvaraisen tarkastelun (kosteus, haju, tasalaatuisuus) perusteella.

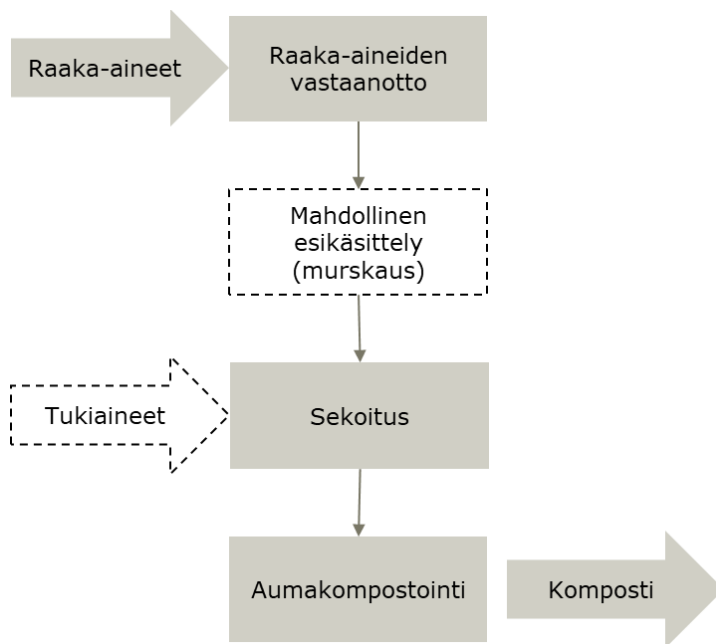
Aktiivisen kompostoinnin jälkeen materiaalia yleensä jälkikompostoidaan muutamasta kuukaudesta vuoteen, riippuen kuinka nopeasti materiaali stabiloituu. Viherjätteen kompostoitumisaika on tyypillisesti 1–2 vuotta ja jätevesilietteen 4–12 kuukautta vuodenajasta, olosuhteista ja raaka-aineen laadusta riippuen.

Aumat ilmastuvat painovoimaisesti, mutta kompostoitumista voidaan tehostaa kääntämällä aumaa pyöräkuormaajalla tai aumankääntölaitteella noin 1–2 kk välein. Auman lämpötila kohoaa kääntöjen yhteydessä, kun prosessi saa happea ja hajoaminen tehostuu.

Valmiista lopputuotekompostista tutkitaan yleensä kompostin kypsyys, hygienia, ravinnepitoisuudet sekä haitalliset aineet (metallit). Kompostin tulee täyttää lainsäädännön asettamat laatuvaatimukset, jotta se voidaan siirtää jatkojalostukseen (esim. seulonta, kasvualustojen valmistus) tai myydä sellaisenaan maanparannusaineena.

Seulomalla kompostista erotetaan suurimmat tukiaineen kappaleet ja tuotteesta saadaan tasalaatuista. Jätevesilietteitä tai viherjätteitä kompostoidessa jakeet sisältävät yleensä vähemmän epäpuhtauksia, eikä seulomista yleensä tarvita niiden poistamiseksi. Kypsä jätevesiliete- ja viherjätekomposti voidaan kuitenkin seuloa esimerkiksi 15–25 mm seulalla.

Yksinkertaistettu aumakompostoinnin prosessikaavio on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 3).



Kuva 3. Aumakompostoinnin prosessikaavio.

6.3 Omavalvonta ja laatujärjestelmä

Lopputuotteen laatua (kompostin kypsyyttä, hygienia, ravinnepitoisuudet ja haitalliset aineet) tulee valvoa näytteenotoin ja laboratorioanalyysin avulla lannoitevalmisteiden valmistajilta edellytettävien laatuvaatimusten mukaisesti.

Lannoitelain vaatimuksen mukaisesti kaikkien lannoitevalmisteiden valmistajien on otettava käyttöön laatujärjestelmä, jonka avulla varmistetaan, että lannoitevalmisteet ovat lainsäädännön vaatimusten mukaisia. Laatujärjestelmä vastaa sisällöltään kumotun lannoitevalmistelain (539/2006) mukaista omavalvontajärjestelmää.

Laatujärjestelmä on kirjallinen kuvaus tuotteen valmistuksesta, laadunvalvontaa ja laadunvarmistusta koskevista tekniikoista, prosesseista ja toimenpiteistä. Laatujärjestelmässä on kuvattava ennen valmistusta, valmistuksen aikana ja valmistuksen jälkeen tehtävät tarkastukset ja testit sekä niiden suoritusaste.

Ruokavirastolle (valvova viranomainen) on ilmoitettava kerran vuodessa tiedot lannoitevalmisteiden valmistusmääristä, valmistukseen käytetyistä ainesosista sekä markkinoille saatetuista, tuotavista ja vietävistä lannoitevalmisteista. Toiminnasta on pidettävä ajan tasalla olevaa eräkohtaista tiedostoa, josta voidaan tarvittaessa selvittää valvontaa varten tarpeelliset tiedot.

Velvollisuus tiedoston pitämiseen ei koske toimijoita, jotka tekevät paikalla tehtävää kasvualustaa omaan käyttöön tai omista materiaaleista tai toimijaa, joka harjoittaa pienimuotoista toimintaa (kasvualustojen valmistusta alle 400 m³ vuodessa). Tyypillisesti esimerkiksi kaupungit saattavat harjoittaa viheralueiden hoidossa syntyvien viherjätteen kompostointia ja kasvualustan valmistusta omista massoista. Paikalla tehtävästä kasvualustasta ei edellytetä tuoteselosteen laatimista, jos toimitaan omavalvontasuunnitelman mukaisesti eli tehdystä kasvualustasta on tiedossa muun

muassa käytetyt raaka-aineet, ravinnepitoisuudet ja haitallisten metallien tasot. Näidenkin toimijoiden on kuitenkin varmistettava, että lannoitevalmisteet täyttävät niille laissa asetetut laatu- ja turvallisuusvaatimukset.⁶

Tunnelikompostointiprosesseja valvotaan yleensä automaatiojärjestelmällä. Aumakompostoinnissa lämpötilaa voidaan tarkkailla esimerkiksi käsikäyttöisellä aumalämpömittarilla tai jatkuvatoimisilla antureilla. Kompostin hygienisoitumiseksi kompostiauman lämpötilan on noustava riittävän korkeaksi riittävän pitkäksi aikaa. Tavallisesti 2–3 vuorokautta 55 °C:ssa on todettu olevan riittävä taudinaiheuttajien tuhoutumiseksi. Joidenkin haitallisten vieraslajikasvien lisääntymiskykyisten osien tuhoutuminen voi edellyttää pidempää, esim. 14 vrk viipymää vähintään 55 °C:ssa. Lämpötilan kehitystä voidaan seurata esim. prosessiautomaation (tunnelikompostointi), aumaan sijoitettavien jatkuvatoimisten lämpötilamittareiden tai säännöllisesti käsimittereillä tehtävien mittausten avulla, joiden lisäksi kompostoitumista voidaan tarkkailla aistinvaraisen tarkastelun (kosteus, haju, tasalaatuisuus) perusteella.

6.4 Tuoteseloste

Orgaanisen lannoitevalmisteen valmistaja laatii tuotteelle tuoteselosteen. Tuoteselosteessa ilmoitettavien tietojen merkintävaatimuksista on asetettu tuoteluokittain lannoitevalmisteasetuksen liitteessä 3.

7. Kompostituotteiden ominaisuudet ja käyttö

Seuraavaksi on kuvattu selvitystyössä tarkasteltujen kompostituotteiden tyypillisiä ominaisuuksia ja niiden käyttöä kasvualustojen valmistuksen raaka-aineena sekä maanparannusaineena tuleville tai olemassa oleville istutuksille. Toisinaan raaka-aineita käsitellään samassa prosessissa, jolloin ne sekoittuvat toisiinsa.

Kompostilla on hyvät vedenpidätysominaisuudet ja eroosiokestävyys runsaan eloperäisen aineksen ja mururakenteensa vuoksi. Kompostia voidaan käyttää eroosion estoon levittämällä kompostia maanpintaan sellaisenaan tai kivennäismaahan sekoitettuna.

7.1 Biojätekomposti

Biojätekompostissa on runsaasti typpeä ja kaliumia, joista suurin osa on sitoutuneena orgaaniseen ainekseen, jota biojätekompostissa on tyypillisesti noin 60 % kuiva-aineesta.

Biojätekompostia voidaan käyttää kasvualustojen valmistuksessa mm. kasvimaille syötävien kasvien ja puutarhojen vaativimmille kasveille tarkoitettujen kasvualustojen orgaanisena ainesosana. Biojätekomposti tuo kasvualustaan pitkäkestoista ravinnevaikutusta ja aktiivisen mikrobielämän.

Biokompostia voidaan käyttää myös sellaisenaan maanparannukseen sekoittamalla kompostia maaperään parantamaan maan ravinteisuutta ja biologista aktiivisuutta.

7.2 Jätevesilietekomposti

Jätevesilietekompostissa on runsaasti typpeä ja fosforia, joista suurin osa on sitoutuneena orgaaniseen ainekseen. Jätevesilietekompostissa on orgaanista ainesta noin 50–60 % kuiva-aineesta.

⁶ VYL, 2019. Paikalla tehtävät kasvualustat. Artikkelijulkaisu 2017, päivitetty 2019. <https://www.vyl.fi/ohjeet/kasvualusta-ja-kunntaohjeet/paikalalla-tehtavat-kasvualustat/>

Jätevesilietekompostia voidaan käyttää esimerkiksi nurmikoille tarkoitettujen kasvualustojen valmistuksen raaka-aineena kasvualustan orgaanisena ainesosana. Jätevesilietekomposti tuo kasvu- alustaan pitkäkestoista ravinnevaikutusta ja aktiivisen mikrobielämän.

7.3 Viherjätekomposti

Viherjätekompostissa on melko vähän ravinteita verrattuna biojäte- ja jätevesilietekomposteihin. Se on kuitenkin ravinteikkaampaa kuin tuoteteistettu kasvualusta. Myös orgaanisen aineksen osuus viherjätekompostissa on pieni verrattuna biojäte- ja jätevesilietekomposteihin. Viherjätekomposti sisältää usein runsaasti epäorgaanista mineraaliainesta, joka on peräisin raaka-aineen mukana tulevasta mm. hiekoitussepelistä ja maa-aineksesta. Orgaanisen aineksen osuus vaihtelee noin välillä 10–40 % riippuen viherjätekompostin raaka-aineista. Erityisesti yleisiltä alueilta kerätyt viherjätteet voivat sisältää enemmän epäorgaanista ainesta, kuten maa-ainesta ja hiekoitussepeleitä.

Viherjätekompostia voidaan käyttää kasvualustojen valmistuksessa kasvualustan orgaanisena ainesosana. Komposti tuo kasvualustaan pitkäkestoista ravinnevaikutusta ja aktiivisen mikrobielämän.

8. Yhteenveto

UUMA4 työryhmässä 5 (Kierrätyskasvualustat) mukana oleville organisaatioille laaditun kyselyn perusteella tunnistettiin useammalla osallistujalla olevan yhteinen tarve laatia kuvaukset eri raaka-aineista valmistettujen kompostituotteiden tyypillisistä ominaisuuksista. Lisäksi tunnistettiin tarve ohjeelle, joka tukisi suunnittelijoita valitsemaan erilaisiin suunnittelukohteisiin ja käyttötarkoituksiin soveltuvia komposteja.

Työ rajattiin koskemaan tiettyjä raaka-aineita (biojäte, jätevesiliete ja viherjäte) sekä valittuja kompostointiprosessityyppejä (aumakompostointi ja tunnelikompostointi). Koska useilla kompostointilaitoksilla kompostoidaan nykyisin myös mädätettyä biojätettä tai jätevesilietettä, nämä raaka-aineet luettiin mukaan työhön.

Työssä toteutettiin benchmark-tarkastelulla erilaisille kompostointia harjoittaville toimijoille. Benchmark-tarkastelun tavoitteena oli tutustua kompostointiprosessien käyttö- ja seurantaparametreihin, sekä kerätä tietoa prosessissa syntyvän kompostin laadusta (ravinnepitoisuus, orgaanisen aineksen pitoisuus) ja käyttökohteista.

Benchmark-tarkastelun lisäksi työssä hyödynnettiin kirjallisuuslähteistä, joista kerättiin tietoa mm. erilaisten raaka-aineiden tarkemmista ominaisuuksista, sekä ennen kaikkea lannoitelainsäädännössä ja sen asetuksissa annetuista kompostia koskevista laatuvaatimuksista. Kompostin laatuvaatimukset koskevat mm. käsittelymenetelmää, epäpuhtauksia, kypsyyttä ja hygieniää. Lisäksi laissa ja asetuksissa on säädetty laitoksen omavalvonnasta (laatujärjestelmä) sekä tuoteselosteessa ilmoitettavien tietojen merkintävaatimuksista.

Työtä toteutettiin pienryhmätyöskentelynä. Pienryhmätyöskentelyyn osallistuivat UUMA 4 -hankkeessa mukana olleet, aiheesta kiinnostuneet toimijat ja henkilöt. Pienryhmätyöskentelyn lopputuloksena valituista raaka-aineista valmistetuille tuotteille tiivistettiin laatukortit, joissa on tiivistetty kompostia koskevat laatuvaatimukset tai missä niistä on säädetty, erilaisista raaka-aineista tuotetuille komposteille benchmark-tarkastelun perusteella muodostetut keskimääräiset ravinnepitoisuudet sekä soveltuvimmat käyttökohteet ja -tavat.

	Biojätekomposti	Jätevesilietekomposti	Viherjätekomposti																																																
Raaka-aineet	<ul style="list-style-type: none"> - Kotitalouksista, kaupallilikeistä ja ravintoloista kerätyt biojätteet ja/tai edellä kuvattujen jätteiden mädätyksessä syntynyt jäännös. - Kauppoissa muodostuu usein myös pakattua biojätettä, johon lajitellaan vanhentuneet tai poistettavat elintarvikkeet pakkausineen. -Kompostoinnin tukiaineena voidaan käyttää mm. kierrätyspuuhaketta ja risurusketta. - Tukiainetta käytetään tavallisesti tilavuussuhteessa 1:1, käytettävän tukiaineen määrä riippuu raaka-aineen kosteuspitoisuudesta. 	<ul style="list-style-type: none"> - Jätevedenpuhdistamoiden lietteet tai mädätetty jätevesiliete. - Kompostoinnin tukiaineena voidaan käyttää kierrätyspuuhaketta, risurusketta, (turvetta) ja puutarhajätekompostia. - Tukiainetta käytetään tavallisesti tilavuussuhteessa 1:1, käytettävän tukiaineen määrä riippuu raaka-aineen kosteuspitoisuudesta. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ruohonleikkujätteet, puiden lehdet ja haravointijätteet, kasvien ja kukkien naatti, rikkakasvit, kävyt, neluset, oljet, heinät, risut ja oksat. - Puutarhajätteen mukana tulee usein mineraalipitoista materiaalia kuten hiekkaa, kiviä, muttaa sekä roskaa mm. ruukuista, jättesäkeistä ja kate-/maiseointikankaista. - Kompostoinnin tukiaineena voidaan tarvittaessa käyttää esimerkiksi risurusketta, mutta tavallisesti viherjätekomposti kompostoidaan ilman tukiainetta. 																																																
Valmistusmenetelmien kuvaus	<ul style="list-style-type: none"> - Biojätteet esikäsitellään pakkausmateriaalin poistamiseksi usein murskaamalla ja seulomalla. - Biojätteet käsitellään pääosin tunnelikompostointi-prosesseissa tai erilaisten biokaasu- ja kompostointi-menetelmien yhdistelmäprosesseissa, minkä jälkeen biokomposti jälkikypsytetään ulkoilmassa. - Aktiivisen kompostoinnin aikana kompostointilaitoksessa käsiteltävän materiaalin lämpötilan on noustava riittävä korkealle tarpeeksi pitkäksi ajaksi, jotta komposti hygienisoituu. - Kypsäksi todettu biojätekomposti seulotaan esim. 10-20 mm seullalla raaka-aineesta peräisin olevien epäpuhtauksien (mm. pakkausmateriaalit) poistamiseksi 	<ul style="list-style-type: none"> - Jätevesilietteet käsitellään pääosin tunneli- tai aumakompostointiprosesseissa tai erilaisten biokaasu- ja kompostointimenetelmien yhdistelmäprosesseissa, minkä jälkeen jätevesilietekomposti jälkikypsytetään ulkoilmassa. - Käsitelymenetelmänä voi olla myös pelkistään aumakompostointi. - Aktiivisen kompostoinnin aikana kompostointilaitoksessa tai aumassa käsiteltävän materiaalin lämpötilan on noustava riittävä korkealle tarpeeksi pitkäksi ajaksi, jotta komposti hygienisoituu. - Kypsäksi todettu jätevesilietekomposti voidaan seuloa 15-25 mm seullalla suurempien tukiaineen kappaleiden poistamiseksi. 	<ul style="list-style-type: none"> - Viherjätteet käsitellään pääsääntöisesti aumakompostioimalla. - Viherjätteet voidaan esikäsitellä murskaamalla, jotta käsiteltävästä materiaalista saadaan tasalaatuisempaa. - Aumakompostoinnin aikana on huolehdittava, että kompostin lämpötila nousee riittävän korkealle tarpeeksi pitkäksi ajaksi, jotta komposti hygienisoituu. - Kypsäksi todettu viherjätekomposti seulotaan 12-25 mm seullalla suurempien tukiaineen kappaleiden poistamiseksi. 																																																
Tyypillinen käsittelyaika	<ul style="list-style-type: none"> - Biokaasulaitoksella biojätteiden mädätyso prosessi kestää tavallisesti 4 vk. - Laitoskäsitellyt kompostointilaitoksella kestää tavallisesti 1-4 vk, riippuen siitä, käsitelläänkö jo mädätettyä biojätettä vai raakaa biojätettä. -Jälkikompostointivaiheen pituus vaihtelee 4-12 kk välillä. 	<ul style="list-style-type: none"> - Jätevesilietteen kompostointilaitoskäsitely kestää tavallisesti 1-3 vk. -Jälkikompostointivaiheen pituus vaihtelee 4-12 kk välillä. 	<ul style="list-style-type: none"> - Viherjätekompostin kypsyminen aumakompostioimalla kestää tavallisesti 1-2 v. 																																																
Terveys- ja ympäristöturvallisuuteen liittyvät vaatimukset	Lannoiteai (711/2022) ja maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa lannoitevalmisteista (946/2023) asetetut vaatimukset. Lannoitevalmisteista koskevasta toiminnanharjoittamisesta ja sen valvonnasta on säädetty maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa 965/2023.																																																		
Ravinnepitoisuudet ja niiden vaihtelu	Biojätekompostissa on runsaasti typpeä ja kaliumia, josta suuri osa on sitoutuneena orgaaniseen aineeseen.	Jätevesilietekompostissa on runsaasti typpeä ja fosforia, josta suuri osa on sitoutuneena orgaaniseen aineeseen.	Viherjätekompostissa ravinteita on melko vähän verrattuna biojäte- ja jätevesilietekomposteihin. Se on kuitenkin ravinteikkaampaa kuin tuoteistettu kasvualue.																																																
	<p>Alla on esitetty pylväskuvajajana benchmark-laitosten ilmoittamia eri kompostilaitujen ravinnepitoisuuksia kokonais- ja liukoisina pitoisuuksina (yksikkönä m-% kuiva-ainesta) sekä liukoisina pitoisuuksina (yksikkönä mg/l). Esitys perustuu esimerkiksi benchmark-laitoksilla sekä julkisesti saatavilla oleviin lähteisiin (mm. tuoteselosteet). Tutkimustuloksia on saatu 1-3 benchmark-laitokseita per kompostityyppi, tutkimustuloksia yhteensä yli 100 kpl. Kompostia sisältävän tuotteen valmistaja esittää markkinoitavan tuotteen ravinnesisällön tuoteselosteessa.</p> <p>Biojätekomposti</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Yksikkö</th> <th>Kok. N (n=3)</th> <th>Liuk. N (n=1)</th> <th>Kok. P (n=2)</th> <th>Liuk. P (n=2)</th> <th>Kok. K (n=3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m-% k-a</td> <td>~2.2</td> <td>~0.8</td> <td>~0.8</td> <td>~0.4</td> <td>~1.2</td> </tr> </tbody> </table> <p>Jätevesilietekomposti</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Yksikkö</th> <th>Kok. N (n=3)</th> <th>Liuk. N (n=1)</th> <th>Kok. P (n=3)</th> <th>Liuk. P (n=1)</th> <th>Kok. K (n=3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m-% k-a</td> <td>~2.2</td> <td>~0.8</td> <td>~2.2</td> <td>~0.4</td> <td>~0.4</td> </tr> </tbody> </table> <p>Viherjätekomposti</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Yksikkö</th> <th>Kok. N (n=2)</th> <th>Liuk. N (n=2)</th> <th>Kok. P (n=2)</th> <th>Liuk. P (n=2)</th> <th>Kok. K (n=2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m-% k-a</td> <td>~0.8</td> <td>~0.2</td> <td>~0.2</td> <td>~0.2</td> <td>~0.2</td> </tr> </tbody> </table> <p>mg/l</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Yksikkö</th> <th>Liukoinen typpi N (mg/l)</th> <th>Liukoinen fosfori P (mg/l)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Biojätekomposti</td> <td>~500</td> <td>~100</td> </tr> <tr> <td>Jätevesilietekomposti</td> <td>~600</td> <td>~100</td> </tr> <tr> <td>Viherjätekomposti</td> <td>~100</td> <td>~100</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Lähteet: Biojätekomposti: Mustankorkea Oy, Stormossen Oy, HSY Ämmässuo. Jätevesilietekomposti: Mustankorkea Oy, HSY Metsäpirtti, BioSairia Oy. Viherjätekomposti: HSY Ämmässuo, Kekkälä Ilmajoki, Stara.</i></p>			Yksikkö	Kok. N (n=3)	Liuk. N (n=1)	Kok. P (n=2)	Liuk. P (n=2)	Kok. K (n=3)	m-% k-a	~2.2	~0.8	~0.8	~0.4	~1.2	Yksikkö	Kok. N (n=3)	Liuk. N (n=1)	Kok. P (n=3)	Liuk. P (n=1)	Kok. K (n=3)	m-% k-a	~2.2	~0.8	~2.2	~0.4	~0.4	Yksikkö	Kok. N (n=2)	Liuk. N (n=2)	Kok. P (n=2)	Liuk. P (n=2)	Kok. K (n=2)	m-% k-a	~0.8	~0.2	~0.2	~0.2	~0.2	Yksikkö	Liukoinen typpi N (mg/l)	Liukoinen fosfori P (mg/l)	Biojätekomposti	~500	~100	Jätevesilietekomposti	~600	~100	Viherjätekomposti	~100	~100
Yksikkö	Kok. N (n=3)	Liuk. N (n=1)	Kok. P (n=2)	Liuk. P (n=2)	Kok. K (n=3)																																														
m-% k-a	~2.2	~0.8	~0.8	~0.4	~1.2																																														
Yksikkö	Kok. N (n=3)	Liuk. N (n=1)	Kok. P (n=3)	Liuk. P (n=1)	Kok. K (n=3)																																														
m-% k-a	~2.2	~0.8	~2.2	~0.4	~0.4																																														
Yksikkö	Kok. N (n=2)	Liuk. N (n=2)	Kok. P (n=2)	Liuk. P (n=2)	Kok. K (n=2)																																														
m-% k-a	~0.8	~0.2	~0.2	~0.2	~0.2																																														
Yksikkö	Liukoinen typpi N (mg/l)	Liukoinen fosfori P (mg/l)																																																	
Biojätekomposti	~500	~100																																																	
Jätevesilietekomposti	~600	~100																																																	
Viherjätekomposti	~100	~100																																																	
Maanparannusominaisuudet	<ul style="list-style-type: none"> - Orgaanista ainesta on noin 60 % kuiva-aineesta. - Kosteuspitoisuus noin 40-60 % - Tilavuuspaino vaihtelee kosteuden mukaan 400-560 g/l välillä. - Tyypillinen kompostin seulantakoko on 10-20 mm. - Pienemmällä seulantakoolta seuloitu biojäteteräinen komposti sisältää yleensä vähemmän raaka-aineesta peräisin olevia epäpuhtauksia, kuten elintarvikkeiden muovia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Orgaanista ainesta on noin 55-65 % kuiva-aineesta. - Kosteuspitoisuus noin 55-70 % - Tilavuuspaino vaihtelee kosteuden mukaan 455-550 g/l välillä. - Tyypillinen kompostin seulantakoko on 15-25 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> - Orgaanisen aineksen osuus on pieni verrattuna biojäte- ja jätevesilieteperäisiin komposteihin. - Orgaanisen aineksen pitoisuus noin 10-40 % riippuen käytetyistä raaka-aineista. - Tuote sisältää tyypillisesti biojäte- ja jätevesilietekompostista enemmän epäorgaanista mineraalainesta, joka on peräisin raaka-aineen mukana tulevasta mm. hiekoitussepelistä ja maa-aineksesta. - Erityisesti yleisiltä alueilta kerätyt jakeet voivat sisältää enemmän epäorgaanista ainesta kuten maa-ainesta ja hiekoitussepeleitä. - Kosteuspitoisuus vaihtelee 30-55 % välillä - Tilavuuspaino vaihtelee kosteuden ja mineraalaineksen määrän mukaan 600-900 g/l välillä. 																																																
Käyttökohteet	<ul style="list-style-type: none"> - Käytetään kasvualueiden valmistuksen raaka-aineena; orgaanisena aineosana - Kasvualueissa kompostia käytetään tyypillisesti 20-50 tli-% käyttökohteesta ja kompostin sekä lopputuotteen toivottuista ominaisuuksista riippuen - Auttaa vähentämään nostoturpeen käyttöä - Maanparannusaineena tuleville istutuksille - Katteena jo olemassa oleville istutuksille. 	<ul style="list-style-type: none"> - Käytetään tyypillisesti nurmikolle tarkoitettujen kasvualueiden valmistuksen raaka-aineena. - Käytetään eroosion estoon levittämällä 10 cm kerros maan pintaan sellaisenaan. Eroosion estoon tarkoitettua kompostia ei tavallisesta seulota. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pitkäikäinen ja hiilijalanjäljeltään edullinen orgaaninen ainesosa kasvualuevalmistuksessa. - Maanparannus käyttökohteesta ja kohteesta riippuen: <ul style="list-style-type: none"> * sekoitetaan olevaan maahan 8-15 cm * levitetään 3-15 cm maan pinnalle * nurmikoiden parannukseen sellaisenaan tai hiekkiaan sekoitettuna 0,5-1 cm kerros riippuen kompostin orgaanisen aineksen pitoisuudesta. - Haravoidaan maan pintaan. - * Ei käytetä happamaan maan kasveille. 																																																

Liite 2. Benchmark-kohteiden prosessikuvaukset

Kompostin laatuvaatimukset ja kompostoinnin prosessikuvaus

Projekti	Kompostin yleiset laatuvaatimukset ja kompostointikäytännöt
Projekti nro	1510061535-008
Vastaanottaja	UUMA 4 Työryhmä 5
Asiakirjatyyppi	Liite 2 Benchmark-kohteiden prosessikuvaukset
Projekti	Kompostin yleiset laatuvaatimukset ja kompostointikäytännöt
Päivämäärä	Joulukuu 2023

Sisältö

1.	Biojätteen tunnelikompostointi	1
1.1	HSY Ämmässuo	1
1.2	Mustankorkea	2
1.3	Stormossen	3
2.	Jätevesilietteen kompostointi (auma- ja tunneliprosessit)	4
2.1	HSY Metsäpirtti, jätevesilietteen aumakompostointi	4
2.2	Mustankorkea, jätevesilietteen tunnelikompostointi	4
2.3	BioSairila, jätevesilietteen tunnelikompostointi	5
3.	Viherjätteen aumakompostointi	6
3.1	HSY Ämmässuo, viherjätteen aumakompostointi	6
3.2	Mustankorkea, viherjätteen aumakompostointi	Error! Bookmark not defined.
3.3	Kekkilä, Ilmajoki, viherjätteen aumakompostointi	6
3.4	Stara, viherjätteen aumakompostointi	7
3.5	Ruotsi, Malmö, Sysav, viherjätteen aumakompostointi	7
3.6	Itävalta, Wien, MA48, viherjätteen aumakompostointi	8

1. Biojätteen tunnelikompostointi

1.1 HSY Ämmässuo

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY) on kunnallisia jäte- ja vesihuollonpalveluita tuottava toimija pääkaupunkiseudulla. HSY:n Ämmässuolla sijaitsevan ekoteollisuuskeskuksen kompostilaitoksessa käsitellään vuosittain yli 50 000 tonnia biojätettä, joka koostuu kotitalouksien erilliskerätystä sekä yrityksistä tulevasta biojätteestä.

Vastaanotettu biojäte esikäsitellään murskauslaitteistolla, joka avaa raaka-aineen mukana tulevat pussit ja pakkaukset. Murskattu biojäte seulotaan ja seulonnassa muodostunut hienojakoinen biojäte (<60–80 mm) ohjataan mädätysprosessiin ja karkeajakoinen biojäte kompostointiprosessiin. Noin 50 % biojätteestä on karkeajakoista.

Kompostoitava karkea biojäte, mädäte ja tukiaineet sekoitetaan ja siirretään kuljetushihnalla esikompostointitunneliin (tunnelit nro 1–12), jossa massaa kypsytetään noin 7–9 päivää. Esikompostointitunneleita

operoidaan noin 40–50 °C lämpötilassa. Kompostointiprosessin tehostamiseksi tunneleihin ohjataan tunnelin lattiatasolla olevien ilmastusaukkojen kautta ilmaa. Ilmaa voidaan esilämmittää korkeamman kompostoitumislämpötilan saavuttamiseksi. Tunneleista poistuva prosessi-ilma puhdistetaan pesurilla ja biosuodattimella.

Esikompostointivaiheen jälkeen massa seulotaan. Seulan reikäkoko on noin 50 mm. Seulaylitteestä poistetaan vierasesineet (lähinnä muovi ja metalli) tähtiseulan avulla ennen kuin ylite palautetaan prosessin alkupäähän syötteen valmistukseen. Seulonnan alite siirretään pyöräkuormaajalla hygienisointitunneliin (tunnelit nro 13–15). Pyöräkuormaajan kauhassa on vaaka, jolla syötteen määrää voidaan tarkkailla. Hygienisointivaiheessa panos saa jäljitettävyyden vuoksi panosnumeron.

Käännön aikana arvioidaan kosteus silmämääräisesti ja määritellään kastelun tarve. Massaa voidaan ennen hygienisoinnin aloittamista tarvittaessa kastella prosessivedellä. Hygienisointivaiheeseen syötettävän massan kosteuden tulee olla noin 45–65 %. Hygienisoinnin varmistamiseksi kompostointimateriaaliin syötettävä tuloilma voidaan lämmittää jatkuvatoimisesti saavuttaen kompostointiprosessin lämpötila haluttuun tasoon. Tuloilman lämmitysjärjestelmä käyttää Ämmäsuon jätteenkäsittelyalueella biokaasusta tuotettavaa kaukolämpöä. Kaikkia prosessiparametreja tarkkaillaan automaatiojärjestelmän avulla. Käsittelylaitoksesta jatkokäsittelyyn siirrettävä materiaali on hygienisoitua, kun se on valvontajärjestelmien mukaan saavuttanut käsittelyn aikana vaaditut prosessiolosuhteet 2 vrk yli 56 °C.

Hygienisointitunneleissa massa viipyy 2–3 päivää ennen kuin tunneli tyhjennetään pyöräkuormaajalla ja panos siirretään tarvittaessa jälkikompostoitavaksi vanhaan kompostointilaitokseen ja sitten jälkikypsyttäväksi jälkikypsytyksentälle. Biojätekompostiaumat käännetään aumankäntölaitteella 2–3 viikon välein. Jälkikypsytyksessä kestää yhteensä 3–6 kk.

Kompostin laadunvalvontanäytteenotto suoritetaan lopputuotteesta omavalvontasuunnitelman mukaisesti. Kompostista tutkitaan kypsyys, hygienia ja ravinnepitoisuudet. Hygienia- ja kypsyysvaatimukset tulee täytyä lainsäädännön ja omavalvonnan mukaisesti.

Valmis komposti hyödynnetään kasvualustojen valmistuksen raaka-aineena tai sellaisenaan maanparannukseen. Komposti, joka ei täytä sille asetettuja laatuvaatimuksia, palautetaan kompostointiprosessiin tai hyödynnetään jätteenkäsittelykeskuksen muissa toiminnoissa, kuten loppusijoitusalueiden maisemoinnissa.

1.2 Mustankorkea

Mustankorkea Oy on Jyväskylän kaupungin sekä Laukaan, Muuramen ja Toivakan kuntien omistama kunallinen jätehuolto-yhtiö Keski-Suomessa. Yhtiö vastaa alueen jätteiden keräyksestä, vastaanotosta, hyödyntämisestä sekä jäteneuvonnasta. Mustankorkean Jyväskylässä sijaitsevan biojätekompostin raaka-aineita ovat kotitalouksien erilliskerätty biojäte, kaupan pakattu biojäte sekä nestemäinen biojäte, jolla tarkoitetaan hienonnettua biojätettä sekä puutarhajäte (viherjäte).

Kompostointilaitoskäsittely koostuu tunnelikompostointivaiheesta ja ilmastuslaatan jälkikypsytysvaiheesta. Tunnelikompostointivaiheen aikana kompostoitavan massan tulee täyttää materiaalin hygienisointivaatimukset. Jälkikypsytyshallin ilmastuslaatoilla kompostoitumista suosivia olosuhteita ylläpidetään vielä 1–2 viikkoa ennen kompostien siirtämistä jälkikypsytyksentän ulko-alueisiin.

Kompostointitunnelin pohjalle levitetään pohjahakekerros karkeasta kierrätyspuuhakkeesta. Kompostointitunneli täytetään kompostoitavalla massalla 2–3 metrin korkuiseksi tasaiseksi patjaksi. Prosessia seura-

taan jatkuvatoimisesti poistoilman lämpötilamittauksilla joko kierrätysilma- tai poistoilmakanavasta. Aumatoimijärjestelmän aikalaskuri rekisteröi minuutin tarkkuudella ajan, jonka kompostipanoksen lämpötila on ollut yli 55 °C:ssa ja yli 60 °C:ssa. Tiedot tallentuvat valvomo-ohjelmaan, joka ilmoittaa, kun kompostipanoksen lämpötila- ja viipymävaatimukset (vähintään 55 °C 5 vrk ajan, johon sisältyy vähintään 2 vrk jakso vähintään 60 °C:ssa) ovat täyttyneet. Mikäli lämpötilavaatimukset eivät toteudu tunnelivaiheessa, niin lämpötilamittauksia voidaan jatkaa jatkuvatoimisilla aumalämpötilamittareilla kompostointilaitoksen ilmastuslaitalla, jossa varmistetaan hygienisointiprosessin lämpötilavaatimusten täyttyminen.

Kompostointilaitoksessa käsitelty biokomposti siirretään jälkikompostointiin ulkoaumoihin. Jälkikompostointi kestää 4–12 kk olosuhteista riippuen. Aumoja käännetään sulan kauden aikana noin kerran kuu-kaudessa. Valmis ja kypsäksi todettu biokomposti seulotaan 10 mm seulalla.

Lopputuotteesta tutkitaan omavalvontasuunnitelman mukaisesti ravinteet, hygieniä (E. coli, Salmonella) ja kompostin kypsyys. Hygieniä-, kypsyysvaatimukset tulee täyttyä lainsäädännön mukaisesti. Lisäksi kompostin kosteutta, tasalaatuisuutta ja epäpuhtauksia seurataan aistinvaraisesti. Seulakoolla 10 mm seulottu komposti ei juurikaan sisällä roskia, mutta se voi sisältää esim. tukiaineesta (kierrätyspuumurske) peräisin olevia pieniä epäpuhtauksia.

1.3 Stormossen

Ab Stormossen Oy on kuuden pohjalaisen kunnan omistama jätehuoltoyritys, joka vastaa alueensa jätehuollon käytännön toteutuksesta. Yrityksen päätoimipaikka on Mustasaaren Koivulahdessa sijaitseva jätekeskus. Stormossenin biojättekostoinnin raaka-aineita ovat kotitalouksien ruokajätteet sekä kauppojen entiset elintarvikkeet.

Biokaasulaitokselle vastaanotettava biojäte esikäsitellään mekaanisesti <12 mm palakokoon. Prosessivaiheita ohjataan ja tarkkaillaan valvomosta. Tarkkailun avulla jätevirrasta pyritään poistamaan käsittelyyn sopimattomat materiaalit.

Mekaanisen erotteluvaiheen jälkeen syöteseos lämmitetään noin 42 °C lämpötilaan höyrykattilan höyryn avulla. Vastaanotetusta jättemateriaalista erotettu rejektit ohjataan poltettavaksi ja magneettiset metallit kierrätykseen. Biojätteet ja jätevesilietteet mädätetään erillisissä bioreaktoreissa. Biojätteen viipymä bioreaktorissa on noin 3 viikkoa. Mädätyksen jälkeen rejektit lingotaan polymeerin kanssa noin 30 % kuiva-ainepitoisuuteen.

Anaerobiprosessin aikana biojätteen pH neutralisoituu. Mädätysjäätännöksen pH:n muutos edesauttaa massan kompostoitumista. Anaerobiprosessin jälkeen mädätysjäätännöksen jää riittävästi orgaanista ainesta kompostoitumisen käynnistymiseksi.

Mädätysjäätännökset käsitellään aumakompostoinnilla asfalttikentillä. Liete- ja biojättemädätteet kompostoidaan erillisissä aumoissa. Kompostoitumisen tehostamiseksi mädätysjäätännöksen sekoitetaan tukiaineeksi risuhaketta suhteessa 2:1. Aumat ilmastuvat painovoimaisesti, minkä lisäksi kompostoitumista tehostetaan käännoin. Aumat käännetään aumankääntölaitteella vähintään 6 kertaa noin 10 kuukauden aikana. Valmis komposti seulotaan 20 mm seulalla.

Lopputuotteesta tutkitaan kompostin kypsyys, hygieniä ja ravinnepitoisuudet. Hygieniä- ja kypsyysvaatimukset tulee täyttyä lainsäädännön mukaisesti. Valmiista seulotusta kompostista valmistetaan kasvu- alustatuotteita.

2. Jätevesilietteen kompostointi (auma- ja tunneliprosessit)

2.1 HSY Metsäpirtti, jätevesilietteen aumakompostointi

HSY Metsäpirtin jätevesilietekompostin raaka-aineena käytetään mädätettyä puhdistamolietettä sekä hevostallien kuiviketta. Kompostoinnin tukiaineena käytetään turvetta. Jätevedenpuhdistamot tarkkailevat toimitettavan jätevesilietteen laatua (mm. kuiva-ainepitoisuus, haitallisten metallien pitoisuudet). Laitoksella suoritetaan myös omavalvonnan mukaiset vastaanottotarkastukset vastaanotettaville raaka-aineille ja tukiaineelle.

Tukiaine sekoitetaan käsiteltävään materiaaliin keskimäärin tilavuussuhteessa 1:1 mahdollisimman pian raaka-aineen vastaanoton jälkeen ja kompostoitava materiaali rakennetaan aumoiksi. Auman lämpötilaa seurataan jatkuvatoimisella lämpötila-anturilla. Lämpötilan tulisi nousta 5 vuorokauden ajaksi 45 °C:een (pelkkä mädätetty jätevesiliete) tai 55 °C:een (hevostallien kuiviketta sisältävä komposti) materiaalin hygienisoitumiseksi. Aumoja käännetään sulan kauden aikana noin kerran kuussa aumankääntölaitteella. Talvisin aumoja ei käännetä. Jätevesilietekompostin kompostointiaika aumassa vaihtelee 7–9 kuukauden välillä raaka-aineista ja olosuhteista riippuen. Kasvualustojen valmistuksessa hyödynnettävä valmis ja kypsäksi todettu komposti seulotaan 20 mm seulalla. Maanparannusaineina myytäviä komposteja ei seulota.

Lopputuotteesta tutkitaan laboratorioanalyysin kompostin kypsyys, hygienia, ravinne- ja metallipitoisuudet. Kompostin hygienia- ja kypsyysvaatimukset tulee täytyä lainsäädännön vaatimusten mukaisesti. Kompostinäytteistä tutkitaan omavalvontasuunnitelman mukaisesti vuorotellen laaja ja suppea analyysipaketti. Kompostista teetetään säännöllisesti myös Viljavuuspalvelun analyysijä sekä Laatulannoite laatu-järjestelmän (LARA) mukaisesti neljä tutkimusta vuodessa, joista yksi laajempi tutkimus sisältää mm. haitta-aineiden ja rikkakasvien siementen analyysit.

Jätevesilietekompostin raaka-aineet sisältävät hyvin vähän epäpuhtauksia. Roskaisuutta on määritetty lopputuotteista, mutta tuotteiden on todettu olevan varsin puhtaita. Kompostointikentän reunukset pyritään pitämään puhtaina rikkakasveista, jotta tuulilevitteiset siemenet eivät leviäisi tuotteiden varastokasoihin.

Valmista ja kypsää kompostia käytetään kasvualustojen valmistukseen. Kasvualustatuotteita ovat Metsäpirtin Nurmikkomulta ja Puutarhamulta, joka sisältää jätevesilietteen lisäksi hevostallien kuiviketta. Kompostia myydään myös sellaisenaan maanparannukseen Maanparannuskompostina, Tuorekompostina ja Puutarhakompostina (sis. hevostallien kuiviketta).

2.2 Mustankorkea, jätevesilietteen tunnelikompostointi

Mustankorkean jätevesilietekompostin raaka-aineina käytetään jätevedenpuhdistamoiden mädätettyä ja mädättämätöntä puhdistamolietettä. Vastaanotettavan puhdistamolietteen laatu tarkastetaan aistinvaraisesti. Lisäksi puhdistamolietteen kuiva-ainepitoisuutta seurataan kerran kuussa ja metallipitoisuuksia kerran vuodessa laboratorioanalyysin. Kompostoinnin tukiaineena käytetään kierrätyspuuhaketta ja risumursketta.

Tukiaine sekoitetaan jätevesilietteeeseen kompostointilaitoksen sekoitinlaitteistolla. Kompostointitunnelin pohjalle levitetään pohjahakekerros karkeasta kierrätyspuuhakkeesta. Kompostointitunneli täytetään kompostoitavalla massalla 2–3 metrin korkuiseksi tasaiseksi patjaksi. Tunnelikompostointiprosessia seurataan jatkuvatoimisesti kompostointitunnelin poistoilman lämpötilamittauksilla joko kierrätysilma- tai poistoilmakanavasta. Automaatiojärjestelmän aikalaskuri rekisteröi minuutin tarkkuudella ajan, jonka

kompostipanoksen lämpötila- ja viipymävaatimukset (48 h 55 °C) ovat täyttyneet.

Jätevesilietteen käsittelyaika kompostointilaitoksen kompostointitunnelissa on noin 1 viikko. Kompostointilaitoksen kapasiteetin mukaan jätevesilietekompostia voidaan jälkikompostoida vielä kompostointilaitoksen ilmastuslaatalla ennen kompostin siirtämistä ulkoaumoihin jälkikompostoitavaksi.

Kompostointilaitoskäsittelyn jälkeen jätevesilietekomposti siirretään jälkikompostoitavaksi ulkoaumoihin kompostointikentälle. Joka viides viikko jälkikompostointiin siirrettävästä kompostista tutkitaan kompostin hygieenisuus (E. coli ja Salmonella).

Kompostiaumat käännetään pyöräkoneella noin kuukauden välein sulan kauden aikana. Aumat pyritään kääntämään myös talvella muutama kertaan. Jätevesilietekompostin jälkikypsytyksessä kestää olosuhteista ja vuodenaikasta riippuen 4–12 kuukautta.

Valmis komposti seulotaan 25 mm rumpuseulalla maanparannusaineena myytäväksi tai 15 mm rumpuseulalla kasvualustan valmistuksessa hyödynnettäväksi. Lopputuotteesta tutkitaan omavalvontasuunnitelman mukaisesti ravinteet, hygienia (E. coli, Salmonella) ja kompostin kypsyys. Hygienia-, kypsyysvaatimukset tulee täytyä lainsäädännön mukaisesti. Lisäksi kompostin kosteutta, tasalaatuisuutta ja epäpuhtauksia seurataan aistinvaraisesti.

Jätevesilietekompostissa on hyvin vähän epäpuhtauksia. Seulotussa kompostissa voi olla tukiaineiden (kierrätyspuuhake) kautta tullutta puun kappaletta ja pieniä määriä lasia ja metallia.

2.3 BioSairila, jätevesilietteen tunnelikompostointi

BioSairila Oy on Mikkelin kaupungin omistaman jäteyhtiön, Metsäsairila Oy:n, markkinaehtoinen kiertoalan tytäryhtiö, joka vastaa jätevesilietteen osalta jätehuollon käytännön toteutuksesta biokaasulaitoksessaan ja kompostointilaitoksessaan. BioSairilan jätevesilietekompostin raaka-aineena käytetään jätevedenpuhdistamon lietettä. Raaka-aineen laatu tarkastetaan vastaanottohetkellä aistinvaraisesti. Raaka-aineen laatu vaihtelee hyvin vähän. Tarvittaessa jätevedenpuhdistamoille tehdään reklamaatioita poikkeavuuksista raaka-aineen laadussa. Kompostoinnin tukiaineena käytetään tarvittaessa turvetta ja puutarhajätekompostia.

BioSairila Oy vastaanottaa jätevesilietteen ensisijaisesti biokaasulaitokselle. Mikäli biokaasulaitoksen kapasiteetti on täynnä, varalaitoksena toimii kompostointilaitos. Biokaasulaitoksessa jätevesilietteen hygienisoimiseksi lämpötilan on noustava 70 °C:een vähintään tunnin ajaksi. Kompostointilaitoksessa jätevesilietteen on vastaavasti oltava 55 °C lämpötilassa vähintään 48 tunnin ajan. Lämpötila- ja viipymävaatimuksia seurataan biokaasu- ja kompostointilaitoksen valvomo-ohjelmalla. Jätevesilietteen käsittelyaika biokaasulaitoksessa on noin kuukausi ja kompostointilaitoksessa noin 2 viikkoa.

Biokaasulaitoksessa mädätysprosessissa muodostuvan mädätteen kuiva-ainepitoisuus on noin 14–15 %. Mädätteeseen sekoitetaan turvetta ja/tai puutarhajätekompostia tukiaineeksi, minkä jälkeen kompostoitava materiaali aumataan kompostointikentälle. Kompostiaumojen käännöt suoritetaan pyöräkoneella. Jätevesilietekompostin jälkikompostointi aumassa kestää noin 1,5–2 vuotta. Valmis komposti seulotaan 25 mm rumpuseulalla.

Näytteet lopputuotteesta otetaan 1–2 kertaa vuodessa. Kompostista tutkitaan lainsäädännön vaatimat kypsyys, ravinteet ja hygienia. Kompostin kypsyys ja hygienia tulee täytyä lainsäädännön vaatimusten mukaisesti. Lopputuote sisältää hyvin vähän epäpuhtauksia. Jätevesilietekomposti käytetään kasvualustojen valmistuksen raaka-aineena.

3. Viherjätteen aumakompostointi

3.1 HSY Ämmässuo, viherjätteen aumakompostointi

HSY:n viherjättekompustin raaka-aineita ovat haravointijätteet ja risut. Käsiteltävä viherjäte murskataan ja rakennetaan aumoiksi. Viherjätteiden aumakompostoinnissa ei käytetä tukiainetta. Käsitelyaumojen lämpötilaa seurataan jatkuvatoimisilla aumalämpötilamittareilla. Lämpötilan tulisi saavuttaa 55 °C vähintään 14 vuorokauden ajan, jolloin komposti hygienisoituu ja mahdolliset haittakasvien lisääntymiskykyiset osat tuhoutuvat. Aumat käännetään aumankäntölaitteella 2–3 viikon välein. Talvisin olosuhteiden vuoksi aumojenkääntö loppuu ja myös kompostin kypsyminen hidastuu. Viherjätteen kompostointiaika on noin 6–8 kuukautta. Valmis viherjättekompusti seulotaan 20 mm seulalla ja seulontaylite hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan uudelleen kompostoinnin tukiaineena.

Seulottu lopputuote sisältää hyvin vähän epäpuhtauksia. Kompostin laadunvalvontanäytteenotto suoritetaan lopputuotteesta omavalvontasuunnitelman mukaisesti. Kompostista tutkitaan kypsyys, hygienia ja ravinnepitoisuudet. Hygienia- ja kypsyysvaatimukset tulee täytyä lainsäädännön ja omavalvonnan mukaisesti.

Valmis komposti hyödynnetään kasvualustojen valmistuksen raaka-aineena tai sellaisenaan maanparannukseen. Komposti, joka ei täytä sille asetettuja laatuvaatimuksia, palautetaan kompostointiprosessiin tai hyödynnetään jätteenkäsittelykeskuksen muissa toiminnoissa, kuten loppusijoitusalueiden maisemoinnissa.

3.2 Kekkilä, Ilmajoki, viherjätteen aumakompostointi

Kekkilä on lannoite- ja multatuotteita valmistava yritys, jolla on neljä kompostilaitosta. Laitokset sijaitsevat Nurmijärvellä, Joutsenossa, Teuvalla ja Ilmajoella. Kekkilän viherjättekompustin raaka-ainetta ovat puutarhassa muodostuvat jätteet, kuten lehdet, kasvinosat ja muu vastaava materiaali. Viherjätteille on laadittu vastaanotto-ohjeet ja vastaanotettavan materiaalin laatua tarkkaillaan.

Viherjäte kompostoidaan aumassa sellaisenaan ilman esikäsitelyä ja tukiaineita. Kompostointiprosessin aikana on tavoitteena saavuttaa vähintään 55 °C lämpötila 14 vuorokauden ajan kompostimassan hygienisoimiseksi. Kompostiauman lämpötilaa seurataan aumalämpömittarilla kesäaikaan noin kuukauden välein. Kompostiaumoja käännetään pyöräkoneella kesäaikaan noin kuukauden välein yhteensä 4–5 kertaa. Kompostin raaka-aineiden ominaisuudet vaikuttavat kompostoitumisaikaan. Tyypillisesti kompostoituminen kestää 1–1,5 vuotta. Valmis komposti seulotaan 20–25 mm seulalla.

Näytteenotto kompostista suoritetaan lopputuotevaiheessa. Kompostinäytteistä määritetään laboratoriossa hygienia, kompostin kypsyys ja ravinnepitoisuudet. Kompostituotteen hygienia- ja kypsyysvaatimukset tulee täytyä lainsäädännön ja omavalvonnan mukaisesti. Lopputuote voi sisältää pienen määrän raaka-aineesta peräisin olevia epäpuhtauksia (pääasiassa muovia). Epäpuhtaudet saadaan suurimmilta osin seulottua kompostista pois. Lopputuote hyödynnetään joko kasvualustan valmistuksen raaka-aineena tai toimitetaan sellaisenaan maanviljelyyn peltolannoitteeksi.

3.3 Stara, viherjätteen aumakompostointi

Stara on Helsingin kaupungin rakentamispalveluliikelaitos, joka tuottaa kaupunkiympäristön rakentamisen ja hoidon sekä logistiikan palveluja. Staran viherjättekompustin raaka-aineita ovat yleisten katu- ja viheralueiden puutarhajätteet. Laitoksella ei oteta vastaan haittakasveja, mutta niitä voi kuitenkin kuormien mukana päätyä viherjätteiden joukkoon. Mahdolliset haittakasvit kuolevat aumakompostointikäsitelystä lämpötilan noustessa riittävästi.

Vastaanotettavat viherjätteet aumataan heti vastaanoton jälkeen ilman esikäsitelyä. Keskimäärin aumakoko on noin 3 m (korkeus) x 6 m (leveys) x 70 m (pituus). Auma painuu nopeasti noin 2–3 metrin korkuiseksi. Kompostointiprosessille ei ole asetettu tavoitelämpötilaa, mutta lämpötila pyritään nostamaan 40–60 °C:een. Kompostiauman lämpötilaa mitataan ja kosteutta tarkkaillaan aistinvaraisesti. Myös kompostin haju/tuoksu kertoo prosessin tilasta. Kompostiaumoille pyritään tekemään 1–2 kääntöä kompostoitumisen aikana. Viherjätteiden kompostointiaika on noin 2 vuotta. Valmis komposti seulotaan 20 mm seulalla. Kompostin laatua tarkkaillaan aistinvaraisesti seulontavaiheessa. Raaka-aineen mukana tulevat epäpuhtaudet (roskat) saadaan poistettua kompostista seulomalla.

Kompostista otetaan lopputuotevaiheessa näytteet. Kompostinäytteistä määritetään kompostin ravinnepitoisuudet. Viherjättekompastia hyödynnetään istutuksille ja nurmikoille tarkoitettujen kasvualustojen valmistuksen raaka-aineena. Viherjättekompastia ei suositella käytettäväksi perennamultana. Toimijan mukaan viherjättekomposti voi sisältää rikkaruohoja, jotka tulisi kitkeä käyttökohteessa parin viikon välein parin vuoden ajan.

3.4 Ruotsi, Malmö, Sysav, viherjätteen aumakompostointi

Sysav on 14 Etelä-Skånelaisen kunnan omistama jätehuolto-yhtiö, joka vastaa alueen kotitalousjätteiden keräyksestä ja käsittelystä. Sysavin viherjättekompustin raaka-aineena käytetään lajiteltua puistojen viherjätettä ja puutarhajätettä. Haitallisten vieraslajien lajittelu vastaanotettavasta viherjätteestä erilleen on ohjeistettu laitoksen nettisivuilla ja laitoksen henkilökunta auttaa tarvittaessa viherjätteiden lajittelussa. Lajitteluohjeistuksesta huolimatta haitallisia vieraslajikasveja voi kuitenkin päätyä prosessiin.

Saapuva materiaali murskataan ja kasataan aumoihin. Aumasta tehdään noin kaksi kertaa korkeutensa levyinen. Aumakompostointiprosessissa käytettävä konekalusto määrittää tarkemmin käsittelyauman korkeuden.

Aumakompostoinnin aikana kompostiauman lämpötilan tulee nousta vähintään 55 °C:een 7 vuorokauden ajaksi, jolloin kompostoitava materiaali hygienisoituu ja mahdolliset haitallisten vieraslajikasvien lisääntymiskykyiset osat tuhoutuvat. Tavallisesti auman kääntöjen yhteydessä saavutetaan korkeimmat lämpötilat. Lämpötilan lisäksi kompostointiprosessin aikana tarkkaillaan kompostiauman happipitoisuutta ja kosteutta. Komposti on valmista, kun lämpötila kompostiaumassa laskee. Valmis ja kypsä komposti seulotaan. Kompostoitu materiaali tutkitaan sertifikaatin vaatimusten mukaisesti näytteenotoin ja laboratorioanalyysin.

Seulottua viherjättekompastia käytetään sellaisenaan maanparannukseen. Viherjättekompostista tehdään myös puutarhamultaa sekoittamalla siihen turvetta sopivassa seossuhteessa sekä lisäämällä mineraalilannoitetta. Lopputuotteessa voi olla pieniä epätasaisuuksia, kuten pieniä kiviä ja tikkuja. Nämä kuitenkin vaikuttavat positiivisesti maan rakenteeseen. Toimijan mukaan tuotteessa voi olla tuulilevitteisiä rikkakasvien siemeniä, jotka tulee kitkeä mahdollisimman nopeasti pois käyttökohteesta.

3.5 Itävalta, Wien, MA48, viherjätteen aumakompostointi

MA48 on Wienin kaupungin jätehuollosta vastaava kunnallinen toimija. MA48:n viherjättekompustin raaka-aineena käytetään puutarhan, kodin ja keittiön kasviperäisiä materiaaleja: puiden ja pensaiden leikkausjätettä, lehtiä, nurmikon leikkuujätettä, pudonneita hedelmiä, kuihtuneita kukkia, kasvijätettä sekä myös kasvisruoan valmistuksen jäämiä. Kompostoinnin tukiaineena käytetään murskattuja oksia ja pensaiden leikkausjätettä. Haitallisia vieraslajikasveja ei erotella erikseen vastaanotettavasta raaka-aineesta.

Vastaanotettu viherjäte murskataan ja seulotaan mahdollisten epäpuhtauksien poistamiseksi. Murskatut tukiaineet (oksat ja pensaiden leikkausjäte) sekoitetaan kompostoitavaan materiaaliin. Ennen aumaimista kompostoitavaan seokseen lisätään vielä tarvittaessa vettä sopivan kosteuden saavuttamiseksi.

Kompostiauman lämpötilaa seurataan kompostoitumisprosessin termofiilisen vaiheen aikana vähintään 10 päivän ajan. Ensimmäisen kahden viikon aikana kompostoitava materiaali saavuttaa jopa 60 °C lämpötilan. Tätä lämpötilaa ylläpidetään vähintään 10 päivää materiaalin hygienisoinnin varmistamiseksi. Lämpötilan lisäksi valvotaan kompostin vesipitoisuutta (aistinvarainen arvio sekä kuivauskaappi) ja kaasukoostumusta (metaani- (CH₄), hiilidioksidi- (CO₂) ja happipitoisuus (O₂)) huokosilmassa. Aumoja käännetään noin kaksi kertaa viikossa. Kokonaiskompostointiaika on noin 8–10 viikkoa. Valmis komposti seulotaan 12 mm seulakoolla.

Itävallan kompostiasetuksen mukaan kompostituotteiden laadunvalvontaa on suoritettava säännöllisin väliajoin ja tarkastustiheys riippuu tuotetun kompostin määrästä. Wienin laitoksella laadunvalvontaa suoritetaan 12 kertaa vuodessa. Kompostista tutkittavia ominaisuuksia ovat mm. orgaanisen aineksen pitoisuus, metallipitoisuudet, epäpuhtaudet, ravinne- ja hivenainepitoisuus, ammonium- ja nitraattityypen pitoisuudet, vesikapasiteetti, pH-arvo, sähkönjohtavuus sekä kasvatuskoe krassilla.

Itävallan kompostiasetuksen mukaan karkearehulle, muoville, metallille ja lasille on raja-arvot kompostin käyttökohteen mukaan (maatalous, puutarhanhoito jne.). Wieniläinen komposti täyttää kaikki Itävallan kompostiasetuksessa määritellyt raja-arvot. Kompostin laatuluokka määräytyy kompostin raaka-aineiden ja valmiista kompostista määritetyn metallipitoisuuden perusteella. Wienissä tuotetaan A+-laatuluokan (korkein laatu, luomuviljelyyn soveltuva komposti) kompostia. Tuote soveltuu maanparannus-, lannoitus- ja eroosiontorjuntatoimenpiteisiin peltoviljelyssä, nurmikoille, puutarhaviljelyyn, istutuksiin, kasvualustatuotantoon ja maatalouskäyttöön, myös luomuviljelyyn.