



[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU**
UTLÄGGNINGSSKRIFT 59384

C (45) Patentti myönnetty 10.08.1981
Patent meddelat
(51) Kv.lk./Int.Cl. C 05 F 9/04 // C 02 F 11/06

SUOMI—FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus — Patentansöknin	762611
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	10.09.76
(23) Alkupäivä — Giltighetsdag	10.09.76
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	16.03.77
(44) Nähtävääksipanon ja kuul.julkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utskriften publicerad	30.04.81
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	15.09.75

Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken
Tyskland(DE) P 2541070.2

- (71) Biologisk Avfallshantering, B.I.A.V. Aktiebolag, Fack, S-171 04 Solna, Ruotsi-Sverige(SE)
- (72) Franz Xaver Kneer, Hanau-Mittelbuchen, Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE)
- (74) Berggren Oy Ab
- (54) Jatkuva kompostointimenetelmä ja laite sen soveltamiseksi - Förfarande för kontinuerlig kompostering och anordning för dess genomförande

Keksinnön kohteena on menetelmä ja laite orgaanisen jätteen ja/tai jätelietteen jatkuvaksi kompostoimiseksi, joka aine-massana johdetaan ylhäältäpäin alas pystysuorassa ilmastus-reaktorissa, samalla kun mädätykseen tarvittava ilma, jakaantuneena kupliin ainemassan koko poikkileikkauspinnalle, saate-taan virtaamaan massan läpi sen alapinnasta vastavirtaan massa-nähden ja säädetään määrällisesti ilmastusreaktorista otettujen näytteiden O_2 tai CO_2 -pitoisuudesta riippuvasti.

Orgaanisten jätteiden kompostointiin on eniten käytetty aerobista mädätystä, koska se tapahtuu hajuttomasti sen yhteydessä toimivista, happy vaativista bakteerilajeista johtuen. Aerobit kehittävät mädätysprosessissa myös korke-ampia lämpötiloja kuin ns. anaerobit, jotka hapen puutteessa alkavat toimia aiheuttaen voimakkaita hajuhaittoja. Korkea lämpötila on erittäin tärkeä mädätysaineen puhdistuksen kan-nalta.

Mädätyksen käynnistämiseksi ovat kosteuden läsnäolo ja oikea ilma- ja happipitoisuus ratkaisevan tärkeitä ottaen huomioon mädätettävien jätteiden laadun.

Ympäristöä rasittavien jätteiden määrän voimakkaasta lisäyksestä johtuen nykyaikaisessa teollisessa yhteiskunnassa on tehty useita yrityksiä orgaanisten jätteiden mädätysprosessin jouduttamiseksi ns. kompostilaitoksissa, joka prosessi luonnossa tapahtuu hitaasti ja suurella pinnalla. Tilan ja henkilökunnan säästämiseksi tämä prosessi suoritetaan edullisesti ilmastusreaktoreissa.

Saksalaisesta hakemusjulkaisusta 2 201 789 tunnetussa menetelmässä jäte- ja jäteliетeseosta syötetään ylhäältäpäin syöttösulun kautta kokonaan suljettuun ilmastusreaktoriin ja poistetaan pohjasta jatkuvasti poistolaitteen avulla. Poikkisuunnassa jäte- ja jäteliетeseoksen liikkeen suuntaan nähden puhalletaan hapella rikastettua ilmaa ilmastusreaktorin keskiosan läpi kulkevan ja kierrosluvultaan säädettävän ilmastusputken kautta. Ilma imetään pois reaktorin pystysuorilla sivuseinillä arinoiden ja imutuulettimien kautta. Tällä tavoin ilmastusreaktori jaetaan kolmeen eri vyöhykkeeseen, jotta päällekkäin sijaitseviin eri vyöhykkeisiin syötetty ilma voitaisiin erikseen pitää halutussa lämpötilassa ja kosteudessa. Syötetyn ilman määrää voidaan säätää reaktorin sisällön lämpötilasta, eri vyöhykkeistä poistuvan ilman CO₂-pitoisuudesta, syötetyn ilman virtausvastuksesta ja poistuvan ilman kosteudesta riippuen. Tämän hakemusjulkaisun sivulla 6 esitetään, että ilman syötön valitun sovittelman avulla voidaan valita yhdeksän eri ilmastusmuunnosta. Kaikkiin vyöhykkeisiin voidaan esimerkiksi samalla tavoin syöttää ilmaa ja poistaa niistä ilmaa, ilmaa voidaan syöttää ainoastaan keskivyöhykkeeseen ja poistaa siitä, ja ilmaa voidaan puhaltaa alimpaan vyöhykkeeseen ja imeä pois ylimmästä vyöhykkeestä jne.

Riippumatta esitettyjen säätömahdollisuuksien suuresta lukumäärästä tällaisesta ilman säädöstä aiheutuu, että ilmastusreaktorissa olevalla mädätysaineella ei ole mahdollisuutta mädätä täydellisesti. Syötetty ilma ei nimittäin täydellisesti voi virrata poikkisuunnassa ilmavirtaukseen nähden liikkuvan aine-

massan läpi, vaan muodostaa virtauskanavia eri imuarinoin. Koska lisäksi lämmön virtaus mädätysaineessa on sidottu kosteuden läsnäoloon eikä tämä valitusta ilman ohjauksesta ja poikkisuuntaan ilmavirtaukseen nähden liikkuvasta aine-massasta johtuen voi jakaantua siihen tasaisesti - ilmas-tusputken välittömässä läheisyydessä mädätysaineella tulee olemaan suunnilleen syötetyn ilman lämpötila, ainemassan koko korkeudelta, kun taas reunavyöhykkeillä samoin aine-massan koko korkeudelta on siitä poikkeavat lämpötilat - muodostuu välimatkan päähän pyörivästä ilmansyöttöputkesta väistämättä kuivia vyöhykkeitä. Ilmastusputken kohdalla oleva aine jää mätänemättä, mikä johtaa huomattaviin häiri-öihin mädätysprosessissa ja poissyötössä ja lopuksi jatkuvan mädätysprosessin pysähtymiseen. Lisävaaran muodostaa vali-tusta ilman ohjauksesta johtuva mahdollisuus kosteustaskujen muodostumiseen, joihin kertyy etupäässä anaerobeja bakteereja, jotka aiheuttavat ympäristölle voimakkaita hajuhaittoja.

Saksalaisesta kuulutusjulkaisusta 2 253 009 tunnetaan mädä-tysprosessin säätömenetelmä, joka mädätysprosessi on tarkoi-tettu orgaanisten jätteiden ja jätelietteiden kompostoi-miseen, joita jatkuvasti johdetaan ylhäältäpäin alaspäin ilmas-tusreaktorin läpi, jossa ilmaa jatkuvasti syötetään vasta-virtaan ilmastusreaktorin pohjasta, jolloin ilmaa, joka on mahdollisesti rikastettu hapella, johdetaan sellaisessa määrin jätteinä tai jätelietteitä kohti, että alimman lämpö-tilan vyöhyke sijaitsee pohjalla ja ylimmän lämpötilan vyöhy-ke ylimmässä kerroksessa ja alimman happipitoisuuden vyöhyke sijaitsee ylimmässä kerroksessa ja korkeimman happipitoisuuden vyöhyke reaktorin pohjalla. Tässä menetelmässä tapahtuu, kun mädätysprosessiin vaikuttavia parametrejä noudatetaan tar-kasti, erityisesti ilman syötöstä johtuen vaihteleva lämmön ja hapen kerrostuminen samoin kuin erityisten bakteerien vaih-televa jakautuminen siten, että ilmastointireaktorissa ole-vassa ainemassassa saadaan erilainen, mädätysprosessille opti-maalinen aerobisten ja anaerobisten bakteerien toiminta. Tämän monimutkaisen biologian ansiosta saadaan lopputuotteek-si hygieenisesti moitteeton, biologisesti aktiivinen ja arvo-kas humusaine.

Tämä edellyttää kuitenkin mädätysprosessin tarkkaa ohjausta, sillä muutoin ei käsittelyajan eikä lopputuotteen laadun optimointi eikä prosessin käynnissäpito ole mahdollinen.

Jos ilman syöttö on liian voimakas, ilmastusreaktorissa oleva massa kuivuu, niin että bakteerien toiminta pysähtyy. Ilman syötön ollessa liian pieni anaerobien lukumäärä kasvaa voimakkaasti. Lisäksi mädätysprosessi häiriintyy syötön ollessa epäsäännöllinen, koska massan pohjalla samoin tapahtuu osittainen kuivuminen. Tämän takia mmassan biologinen tasapaino myös muuttuu, kuten kokemus on osoittanut. Satunnaisten epämiellyttävien hajuongelmien lisäksi voi mädätysprosessi pyädähtyä.

On tunnettua, että mädätysprosessin kulku ilmastusreaktorissa on samoin riippuvainen syötetyn massan kosteuspitoisuudesta, sen tiivistymisestä ja erityisesti massan kosteuspitoisuudesta ilmastusreaktorissa. Nämä parametrit on aina otettava huomioon säädettäessä ilman syöttöä ja siihen liittyvää hapen syöttöä bakteereihin häiriöiden estämiseksi mädätysprosessissa erityisesti anaerobisten bakteerikantojen kasvun ja bakteerien toiminnan keskeyttämisen estämiseksi. Tällöin tarvittavan kosteuden ylläpitäminen on erityisen tärkeää. Jokainen osittainen kuivuminen johtaa lämmön virtauksen häiriöihin ja edistää lisäkuivumista, koska kuiva aine tunnetusti johtaa lämpöä huonommin kuin kostea aine. Bakteerien toiminta pysähtyy ja tapahtuu massan paakkuuntuminen ilmastusreaktorissa, mikä aiheuttaa huomattavia vaikeuksia poissyötössä, ja tavallisesti yläpäästään avoimesta ilmastusreaktorista poistuva ilma sisältää tällöin liian suuria määriä epämiellyttäviä hajuaaineita. On tosin yritetty kostuttaa reaktorin sisältöä ylhäältäpäin, mikä ei kuitenkaan ole mahdollista vastavirtaan toimivissa mädätysmenetelmissä reaktorin ylemmässä kolmanneksessa muodostuvasta lämmönvaimennusvyöhykkeestä johtuen. Tällaisten mädätysprosessien tarkka säätö on siten hankalaa ja vaatii käyttöhenkilökunnalta suurta kokemusta.

US-patenttijulkaisusta 3 138 448 on samoin tunnettua säätää orgaanisten jätteiden kompostointiin käytettävän ilmastusreaktorin ilman syöttöä lämpötilasta tai ilmastusreaktorista

poistuvan ilman kaasuanalyysin arvoista riippuen tai molemmista parametreista yhteisesti riippuen.

Tämä ilmastusreaktori toimii kuitenkin jaksottain eikä siis jatkuvasti, ja ilman syöttöä säädetään kytkinsäätimen avulla, joka joko kokonaan avaa tai kokonaan sulkee ilmansyöttöjohdossa olevan venttiilin, niin että saadaan aikaan mädätysaineen jaksottainen ilmastus. Tosin eräässä ilmastusreaktorin sovellutusmuodossa selitetään myös kuristusventtiiliä ilman syötön rajoittamiseksi, mutta eräs ns. täydellinen sovellutusmuoto esittää kuitenkin jälleen ilman syötön täydellisen keskeytyksen, jotta bakteereilla olisi aikaa hengittää happea. Tämän vuoksi voidaan lähteä siitä, että julkaisussa aina tarkoitetaan jaksottaista ilman puhallusta mädätystuotteeseen.

Sen lisäksi että jaksottainen käyttö on monimutkainen, tällainen ilman syöttö ei myöskään tee mahdolliseksi orgaanisten jätteiden optimaalista mädätystä. Jaksottainen puhallus merkitsee mädätysaineen kuivumisvaaraa ja aiheuttaa jatkuvasti vaihtelevia lämpötiloja koko mädätysainemassassa, niin että bakteerien toiminta voimakkaasti häiriintyy, ja pois johdettu aine muodostaa ainoastaan kuivuneen, puolivalmiin kompostin.

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on saada aikaan uusi biologinen mädätysmenetelmä biologisesti erittäin aktiivisen kompostin saamiseksi, jossa siis yhä on runsaasti mikro-organismeja, mutta joka on vapaa patogeenisista organismeista ja rikkaruohonsiemenistä, jolloin menetelmä määrättyjen oloarvojen perusteella jatkuu automaattisesti, ts. ilman että siihen käsin puututaan mädätysprosessin aikana. Menetelmässä voidaan saavuttaa optimaalinen mädätysprosessi ilman ja kosteuden syötön tarkan säädön avulla jatkuvan käytön aikana mielivaltaisen pitkinä aikoina, jotta mahdollisimman suuressa määrin vältettäisiin biologista tasapainoa häiritsevät epäsäännöllisyydet.

Pitämällä lähtökohtana yllämainitunlaista menetelmää keksinnön mukainen tarkoitus saavutetaan päävaatimuksen tunnusmerkien mukaan siten, että ainemassan ilmastus vastavirtaan saatetaan tapahtumaan suljetussa järjestelmässä paine- ja imutuulettimilla,

joita voidaan säätää toisistaan riippumatta vertailemalla asetus- ja oloarvoja ilmastusreaktorin poistoilman O_2 - tai CO_2 -pitoisuudesta riippuvasti, että ainemassan alapintaan painetuulettimella johdettuun ilmaan sekoitetaan hienojakoista vettä kosteuden vähintään kahdesta mittausarvosta riippuvasti, jotka on otettu edullisimmin ainemassan ylä- ja alakolmanneksesta, joita arvoja verrataan tarkoitettuihin asetusarvoihin, ja että tuloilma lämmitetään $+30 - +50^{\circ}$:een C, edullisimmin $+40$:een C.

Esillä olevan menetelmän mukaisesti ilmastusreaktorin läpi virtaavaa ilmaa siis puhalletaan ja imetään samanaikaisesti, ja reaktori on yläosastaan suljettu, niin että reaktorin sisällön yläpuolella voidaan saada aikaan alipaine. Tämän ansiosta voidaan sekä läpijohdetun hapen määrää että reaktorin pohjan ja katon välistä paine-eroa säätää ja siitä johtuen myös happikaasun osittaispaineita ainemassan eri kerroksissa. Tällä tavoin varmistetaan yhdessä käytetyn vastavirtamenetelmän kanssa koko reaktorin sisällön moitteeton ilmastus. Lisäetuna on se, että ilmastusreaktorissa olevaan ainemassaan voidaan syöttää kosteutta huolimatta alhaaltapäin ylöspäin virtaavasta ilmasta johtuen ylöspäin siirtyneestä, puhdistuksen kannalta erittäin tärkeästä lämmönvaimennusvyöhykkeestä, niin että ainemassan kuivuminen voidaan varmasti estää. Lisäksi keksinnön mukaisessa menetelmässä on mahdollista säätää ilmastusreaktorin läpi johdetun ilman virtausnopeutta samalla, kun yllämainitut muut parametrit säilytetään, jolloin voidaan vaikuttaa lämpötilojen kerrostumiseen ilmastusreaktorissa ja optimoida se. Kokonaisuudessaan voidaan siis ennalta määrättyjen, kokemuseräisten asetusarvojen perusteella ilmastusreaktorin biologiaan vaikuttaa säätämällä molempia tuulettimia ja kosteuden syöttöä, niin että mädätysprosessi mieltävaltaisen pitkinä aikoina tapahtuu optimaalisesti käyttöhenkilökunnan taitavuudesta riippumatta ja siis puuttumatta käsin suoritettavin toimenpitein prosessin kulkuun. Edellyttäen, että tapahtuu aerobinen mädätysprosessi, on poistuvan ilman CO_2 -pitoisuuden tällöin oltava 2-5 %, niin että keskimääräiseksi asetusarvoksi voidaan antaa noin 3,5 %:n CO_2 -pitoisuus.

Saksalaisesta patenttijulkaisusta 1 301 828 tunnetaan tosin jätteiden kompostointimenetelmä, jossa poistuva ilma imetään ilmastusreaktorista. Imemällä ja puhaltamalla tapahtuvan ilman ja kosteuden syötön säätöä siitä mädätysprosessin tilasta riippuen, jonka poistuvan ilman CO₂-pitoisuus osoittaa, ei kuitenkaan esitetä, koska siinä käytetään toisenlaista mädätysmenetelmää eikä reaktori normaalikäytössä ole täysin suljettu. Siinä reaktorin sisältöön syötetään kaikilla alueilla suunnilleen yhtä paljon ilmaa. Tällä tavoin on tarkoitus jäljitellä luonnossa tapahtuvaa mädätysprosessia, jossa kompostoitava aine levitetään ohueksi kerrokseksi maan pinnalle, jolloin ilman happi jatkuvasti ilmastaa sitä. Em. patenttijulkaisussa esitetty menetelmä eroaa siten biologialtaan kokonaan esillä olevan keksinnön mukaisesta menetelmästä. Esillä olevan keksinnön mukaiseen ilman syötön ohjaukseen eli säätöön ei tässä tunnetussa menetelmässä siis ole mahdollisuutta.

Esillä olevan menetelmän lisätunnusmerkit käyvät ilmi ali-vaatimuksista. Erityisesti poistoilma, josta vesi on poistettu johdetaan hienokuplaisena biologisen suodattimen adsorboivana aineena toimivan ainemassan alapinnan koko poikkileikkauspinnalle, joka massa on biologisesti erittäin aktiivista orgaanista kompostiainetta, vaatimuksen 1 mukaista lajia, ja poistoilma johdetaan ulkoilmaan sen virrattua suodatusaineena toimivan ainemassan läpi, vapaana hajusta ja vahingollisista aineista.

Poistamalla mädätyksessä muodostuneet hajuaaineet vältetään varmasti ympäristölle aiheutuvat haitat. Nekin hajut, jotka ovat peräisin hyvin suoritetusta erityyppisten sädesienikantojen mädätyksestä, suodatetaan pois. Näiden sädesienten erilaiset kannat luovuttavat hajoamistoiminnassaan voimakkaasti juustomaisia hajuja, joita ei-biologit pitävät epämiellyttävänä ja häiritsevinä, vaikka ne mädätyksessä ovat täysin normaaleja. Lisäetuna on se, että perään kytketyn suodattimen ansiosta voidaan työskennellä ilman palautettua ainetta, ts. ilman jo mädätettyä ainetta, jota tähän asti on ollut lisättävä tuoreen aineen täyttöön tällöin poistuvien hajuaaineiden sitomiseksi. Kaikki tuoretta ainetta täytettäessä esiintyvät hajut imetään nyttemmin pois ja adsorboidaan suo-

dattimen läpi. Tällöin saadaan säästöjä, jotka nousevat aina noin 40 %:iin mädätettyä ainetta, joka nyttemmin samoin voidaan myydä humuksena täysin riippumatta siitä, että esillä olevaa mädätysainetta sen ansiosta voidaan käsitellä nopeammin kuin tähän asti.

Menetelmän soveltamiseen tarkoitettu laite on tunnettu täysin suljetusta pystysuorasta ilmastusreaktorista, jonka pohjalle on sovitettu ensimmäinen tuuletin, jossa on jakaja ilman hienokuplaiseksi syöttämiseksi ilmastusreaktorin ympäröimän ainemassan koko poikkileikkauspinnalle, sekä toisesta ilmastusreaktorin ympäröimän ainemassan yläpuolella olevaan tilaan yhdistetystä, suuritehoisemmasta imutuulettimesta, säätimestä molempien tuulettimien syöttötehon säätämiseksi ilmastusreaktorista poistuvan ilman CO_2 - tai O_2 -pitoisuuden mitatuista oloarvoista ja ennalta määrättyistä asetusarvoista riippuen joten toisen ja/tai kummankin tuulettimen syöttömäärää ja syöttötehoa voidaan säätää niin, että mädätysprosessia varten ennalta määrättyt asetusarvot (CO_2 -pitoisuus) ilmastusreaktorissa säätyvät riippumatta tuoreen aineen syöttämisestä ja mädätetyn aineen poistamisesta, ilmastusreaktorin alempaan ilmantuloaukkoon yhdistetystä ja säätimellä säädettävällä venttiilillä ohjattavasta vedenruiskutuslaitteesta, ja syötetyn tuoreen ilman lämmittimestä, joka lämmittää ennalta määrättyistä asetusarvoista riippuvasti.

Keksintöä selitetään lähemmin viitaten oheiseen piirustukseen, joka enemmän tai vähemmän kaaviollisesti esittää osittaisena läpileikkauskuvana perään kytketyllä biosuodattimella varustettua ilmastusreaktoria orgaanisten jätteiden ja/tai jätelietteiden kompostoimiseksi, jolla ilmastusreaktorilla keksinnön mukainen menetelmä voidaan toteuttaa.

Ilmastusreaktori 1, jossa on lämpöeristys 2, on suljettu kannella 3. Sulkimella 4 varustettu syöttölaite 5 panostaa siihen jatkuvasti orgaanista jätettä, kuten roskaa ja jäteliettä, jolla on määrätty raekoko ja rakenne. Jäte on hiilipitoisuudestaan riippuen mahdollisesti rikastettu hiilipitoisella aineella, kuten turpeella, oljilla tai sentapaisella. Syötetty aine muodostaa ilmastusreaktorissa ainemas-

san 7, joka reaktorissa liikkuu hitaasti ylhäältäpäin alas.

Tätä tarkoitusta varten tyhjennetään poistolaitteella, esim. ruuvilla 9 ainemassan pohjalta koko ajan mädätettyä ainetta, joka johdetaan reaktorista ulos kuristusläpällä varustetun poistoaukon 10 kautta.

Ensimmäisen tuulettimen 12 kautta, joka muodostaa painetuulettimen, imetään ilmaa sisään ja se johdetaan putken 13 ja lämmittimen 14, vedenruiskutuslaitteen 15 ja lopuksi jakajan 17, esimerkiksi suutinjärjestelmän kautta, joka käsittää pieniä reikiä useissa samankeskisästi sijaitsevilla putkissa, hienojakoisena ainemassan koko poikkileikkakuspinnalle nuolien 8 suunnassa.

Ilmastusreaktorin yläosaan on liitetty imutuulettimena 21 toimivan toisen tuulettimen imujohto 20. Tähän imutuulettiin on johdolla 22 yhdistetty lämmönvaihdin 23 ja veden erotin 24 sekä johdolla 25 biosuodatin 26. Johdon 30 kautta syötetään lämmittimeen 14 lämpöä, joka otetaan talteen lämmönvaihtimessa ilmastusreaktorin poistoilmasta. Poistoilmasta erotettu vesi syötetään johdon 48 kautta takaisin vedenruiskutuslaitteeseen 15. Vedenruiskutuslaitteessa 15 on säädettävä venttiili, jota ei ole esitetty ja jonka avulla vedenruiskutuslaite toimii säätökytkimen 38 välityksellä.

Jakajasta 17 ilma virtaa osaksi painetuulettimen 12 sisään puhaltamana ja osaksi imutuulettimesta 21 pois imettynä nuolien 8 suunnassa vastavirtaan ilmastusreaktorissa olevan ainemassan 7 kulkusuuntaan nähden. Kosteuspitoisuus mitataan kahdella sondilla 35 ja 36, jotka on sovitettu ainemassan ylä- ja alakolmannekseen. Mittausarvot viedään mittariin 37 ja mainittuun säätökytkimeen 38.

Lisämittaussondilla 40 mitataan ainemassasta poistuvan poistoilman O_2 - tai CO_2 -pitoisuus, ja saatu mittausarvo viedään osoitinlaitteeseen 41 ja säätimeen 42.

Lisämittaussondeilla 44-46 määritetään lämpötilan jakautumisen ainemassassa ja se esitetään osoitinlaitteella 47.

Osoitinlaitteet on edullisesti tehty rekisteröiviksi osoitinlaitteiksi.

Säädin 38 vastaanottaa asetusarvon tuloelimen 50 kautta, johon on varastoitu ainakin ainemassan CO_2 -pitoisuuden ja kosteuspitoisuuden sekä sisään puhalletun ilman lämpötilan asetusarvot. Säädin on johdolla 51 yhdistetty vedenruiskutuslaitteeseen 15, jonka avulla syötettyä tuoretta ilmaa voidaan kostuttaa tarvittavassa määrin.

Säädin 42 saa samoin asetusarvonsa tuloelimestä 50 ja on johdolla 52 yhdistetty painetuulettimeen 12 sekä johdolla 53 imutuulettimeen 21.

Kuten jo mainittiin, tuloelimeen on varastoitu mainitut asetusarvot. Lisäksi siihen voidaan myös varastoida molempien tuulettimien 12 ja 21 puhallus- ja imutehon sekä jakajan 17 painekorkeuksien asetusarvot. Säätimien 38 ja 42 avulla, joita ei ole esitetty yksityiskohtaisesti, määritetään mitattujen oloarvojen ja kokeiden perusteella ennalta määrättyjen asetusarvojen avulla säätöpoikkeamat, säädetään tuulettimien 12 ja 21 syöttö- ja imutehoa ja syötetyn ilman kosteutta sekä ohjataan lämmitintä. Tätä tarkoitusta varten tuloelin 50 ja lämmitin 14 on yhdistetty toisiinsa johdolla 54.

Ilmastusreaktoriin syötetyn aineen kosteuspitoisuuden tulee olla noin 40-70 %, edullisesti noin 55 %. Ainemassan pohjalla on kosteuspitoisuuden oltava noin 30-50 %, edullisesti noin 40 %. Syötetyn tuoreen ilman määrän on oltava noin 100-300 m³, kun ilmastusreaktorin tilavuus on 100 m³. Lopuksi on lämpötilojen oltava ainemassan ylemmässä kolmanneksessa yli 70°C, keskellä noin 50-70°C ja alemmassa kolmanneksessa noin 40-50°C. Tuloelimen 50 asetusarvot on aseteltava vastaavalla tavalla, niin että mädätysprosessia ohjataan säätimien 38 ja 42 avulla niin, että nämä oloarvot saadaan, jota voidaan valvoa osoitinlaitteilla. Poistoilman CO_2 -pitoisuuden asetusarvot ovat 2-5 %, edullisesti 3,5 %. Näistä asetusarvoista riippuen säädetään tuoreen ilman syöttöä jo mainitun säätimen 42 avulla.

Biosuodatin sisältää adsorptioaineena ainemassan 55, joka koostuu biologisesti erittäin aktiivisesta, orgaanisesta mädätysaineesta, joka on edullisesti saatu esillä olevan keksinnön mukaisella menetelmällä. Tällainen suodatin on kaikilta yksityiskohdiltaan selitetty esimerkiksi saksalaisessa hakemusjulkaisussa 2 445 315. Putken 25 kautta syötetty kuivattu poistoilma virtaa nuolien suunnassa ainemassan 55 läpi ja poistuu tästä hajuaaineista ja vahingollisista aineista vapaana. Ainemassa 55 on uusittava, kun sen adsorptiokyky on käytetty loppuun.

Kuten edellä olevasta käy ilmi, jatkuvasti syötetty orgaaninen jäte, mahdollisesti hiilipitoisella aineella rikastettuna, virtaa ainemassana täysin suljetun ilmastusreaktorin läpi ylhäältäpäin alas, jolloin aerobinen bakteeritoiminta mädättää sen, ja se poistetaan jatkuvasti ilmastusreaktorin pohjasta. Mädätysprosessiin tarvittavaa happea syötetään ainemassaan tuoreena ilmaa imu- ja painetuulettimien kautta, joita säädetään itsenäisesti poistoilman CO_2 - tai O_2 -pitoisuudesta riippuen.

Biologista mädätysprosessia varten tarvittava kosteus johdetaan ilmastusreaktoriin tuoreen ilman itsenäisesti säädetyn kostutuksen avulla syötetyn jätteen kosteudesta ja ainemassan kosteudesta riippuen ilmastusreaktorin pohjan läheisyydessä. Pois imetystä poistoilmasta saadaan talteen mädätysprosessissa muodostunut lämpö, jota käytetään tuoreen ilman itsenäisesti säädettyyn lämmitykseen. Poistoilmasta poistetaan samoin vesi, ja tällöin talteen otettu vesi syötetään takaisin kiertokulkuun. Lopuksi poistoilma suodatetaan, ennen kuin se johdetaan takaisin ilmakehään, niin että se on vapaa hajuaaineista ja vahingollisista aineista. Tällä tavoin saadussa mädätetyssä aineessa, joka on laadultaan käsin suoritetuista toimenpiteistä riippumaton, on hyvin runsaasti mikro-organismeja ja se on vapaa patogeenisista mikrobeista ja rikkaruohonsiemenistä, koska ilman ja mädätystuotteen määrätyn, säädetyn syötön samoin kuin säädetyn kostutuksen ansiosta on saatavissa happea, jonka määrä vaihtelee alhaalta ylöspäin, samoin kuin riittävä määrä kosteutta, mikä edistää

bakteerien kasvua ainemassassa, eikä ainemassan osittaista eikä täydellistä kuivumista voi tapahtua edes alemmalla alueella, niin että optimaaliset aerobiset mädätysolosuhteet tämän ansiosta vallitsevat kaikkialla ilmastusreaktorissa.

CO₂- tai O₂-pitoisuuden, kosteuspitoisuuden ja lämpötilan ennalta määrätyt asetusarvot, jotka ovat riippuvaisia kompostoitavan jätteen laadusta ja koostumuksesta, voidaan helposti määrätä kokeiden perusteella, ja ne takaavat kaikissa tilanteissa toistettavan mädätysmenetelmän.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä orgaanisen jätteen ja/tai jätelietteen jatkuvaksi kompostoimiseksi, joka ainemassana johdetaan ylhäältäpäin alas pystysuorassa ilmastusreaktorissa, samalla kun mädätykseen tarvittava ilma, jakaantuneena kupliin ainemassan koko poikkileikkauspinnalle, saatetaan virtaamaan massan läpi sen alapinnasta vastavirtaan massa nähden ja säädetään määrällisesti ilmastusreaktorista otettujen näytteiden O₂- tai CO₂-pitoisuudesta riippuvasti, t u n n e t t u siitä, että ainemassan ilmastus vastavirtaan saatetaan tapahtumaan suljetussa järjestelmässä paine- ja imutuulettimilla, joita voidaan säätää toisistaan riippumatta vertailemalla asetus- ja oloarvoja ilmastusreaktorin poistoilman O₂- tai CO₂-pitoisuudesta riippuvasti, että ainemassan alapintaan painetuulettimella johdettuun ilmaan sekoitetaan hienojakoista vettä kosteuden vähintään kahdesta mittausarvosta riippuvasti, jotka on otettu edullisimmin ainemassan ylä- ja alakolmanneksesta, joita arvoja verrataan tarkoitettuihin asetusarvoihin, ja että tuloilma lämmitetään +30 - +50^o:een C, edullisimmin +40^o:een C.
2. Vaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että painetuuletin ilman sisäänpuhaltamiseksi on kiinteästi aseteltu ja että mädätysprosessin aikana säädetään ainoastaan imutuuletinta saaduista mittausarvoista riippuen.
3. Vaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ainemassan pohjaan syötetyn ilman lämmitykseen käytetään

biologisessa mädätysprosessissa muodostunutta, poistoilmasta lämmönvaihdon avulla talteen otettua lämpöä.

4. Vaatimuksen 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että lämmönvaihtimesta tulevasta poistoilmasta poistetaan vesi ja tällöin talteen otettua vettä lisätään tarkoitettu määrä ainemassan pohjaan johdettavaan ilmaan.

5. Vaatimuksen 3 ja 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että poistoilma, josta vesi on poistettu, suodatetaan.

6. Vaatimuksen 1-5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että poistoilma, josta vesi on poistettu, johdetaan hienokuplaisena biologisen suodattimen adsorboivana aineena toimivan ainemassan alapinnan koko poikkileikkauspinnalle, joka massa on biologisesti erittäin aktiivista orgaanista kompostiainetta, vaatimuksen 1 mukaista lajia, ja että poistoilma johdetaan ulkoilmaan sen virrattua suodatusaineena toimivan ainemassan läpi, vapaana hajusta ja vahingollisista aineista.

7. Laite vaatimuksen 1 mukaisen menetelmän soveltamiseksi, t u n n e t t u täysin suljetusta pystysuorasta ilmastusreaktorista (1), jonka pohjalle on sovitettu ensimmäinen tuuletin (12), jossa on jakaja (8) ilman hienokuplaiseksi syöttämiseksi ilmastusreaktorin ympäröimän ainemassan (7) koko poikkileikkauspinnalle, sekä toisesta ilmastusreaktorin ympäröimän ainemassan yläpuolella olevaan tilaan yhdistetystä, suuritehoisemmasta imutuulettimesta (21), säätimestä (42) molempien tuulettimien (12, 21) syöttötehon säätämiseksi ilmastusreaktorista poistuvan ilman CO_2 - tai O_2 -pitoisuuden mitatuista oloarvoista ja ennalta määrätyistä asetusarvoista riippuen (tuloelin 50), joten toisen ja/tai kummankin tuulettimen (12, 21) syöttömäärää ja syöttötehoa voidaan säätää niin, että mädätysprosessia varten ennalta määrätyt asetusarvot (CO_2 -pitoisuus) ilmastusreaktorissa (1) säätyvät riippumatta tuoreen aineen syöttämisestä ja mädätetyn aineen poistamisesta, ilmastusreaktorin (1) alempaan ilmantuloaukkoon (12) yhdistetystä ja säätimellä (38) säädettävällä venttiilillä ohjattavasta vedenruiskutuslaitteesta (15), ja syötetyn tuo-

reen ilman lämmittimestä (14), joka lämmittää ennalta määrättyistä asetusarvoista riippuvasti.

8. Vaatimuksen 7 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että imutuulettimen (21) perään on kytketty lämmönvaihdin (23), veden erotin (24) ja biologinen suodatinlaite (26).

9. Vaatimuksen 7 ja 8 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että lämmönvaihdin (23) muodostaa lämmittimen (14).

10. Vaatimusten 7-9 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että siinä on tuloelin (50), joka on varustettu varastointiyksiköillä, jotka ottavat vastaan mädätysprosessin säätöä ja ohjausta varten tarvittavat asetusarvot, kuten poistoilman CO_2 - tai O_2 -pitoisuuden, syötetyn jätteen ja ainemassan kosteus- tai pitoisuuden, syötetyn ilman määrän ja nopeuden ja sisään puhalletun ilman lämpötilan.

Patentkrav

1. Förfarande för kontinuerlig kompostering av organiskt avfall och/eller avloppsslam, vilket i form av en materialmassa ledes uppifrån och ned i en lodrät stående luftningsreaktor, samtidigt som den för rötningen erforderliga luften fördelad i form av blåsor över materialmassans hela tvärarea bringas att strömma genom massan i motström mot denna från dennas undersida och med avseende på mängden regleras i beroende av O_2 - eller CO_2 -halten i prover uttagna från luftningsreaktorn, k ä n n e t e c k n a t därav, att materialmassans luftning i motström bringas att äga rum i ett slutet system under förmedling av tryck- och sugfläktar, som kan regleras skilt från varandra genom jämförelse av bör- och är-värdena i beroende av O_2 - eller CO_2 -halten i luftningsreaktorns avluft, att den vid materialmassans undersida med hjälp av tryckfläkten tillförda luften försättes med finfördelat vatten i beroende av minst två, företrädesvis i den övre och nedre tredjedelen av materialmassan uppmätta värden på fuktigheten, vilka jämföres med de avsedda börvärdena, och att den tillförda luften upphettas till minst $+30 - +50^{\circ}\text{C}$, företrädesvis till $+40^{\circ}\text{C}$.

2. Förfarande enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att tryckfläkten för inblåsning av luften är fast inställd och att under rötningsprocessen endast sugfläkten regleras med beroende av de erhållna mätvärdena.
3. Förfarande enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att för värmningen av den till materialmassans botten tillförda luften användes det vid den biologiska rötningsprocessen bildade, från avluften genom värmeväxling utvunna värmnet.
4. Förfarande enligt krav 3, k ä n n e t e c k n a t därav, att avluften från värmeväxlingen avvattnas, och det därvid tillvaratagna vattnet i erforderlig mängd sättes till den luft som inledes vid materialmassans botten.
5. Förfarande enligt krav 3 och 4, k ä n n e t e c k n a t därav, att den avvattnade avluften filtreras.
6. Förfarande enligt krav 1-5, k ä n n e t e c k n a t därav, att den avvattnade avluften tillföres i form av fina blåsor vid undersidan av en som adsorbens för ett biologiskt filter tjänande materialmassa av biologiskt högaktivt organiskt kompostmaterial av enligt krav 1 erhållet slag över hela tvärarean, och att avluften efter genomströmning av den som filtermaterial tjänande materialmassan överföres i atmosfären fri från lukt och skadliga ämnen. -
7. Anordning för genomförande av förfarandet enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t av en allsidigt tillsluten lodrät stående luftningsreaktor (1), vid vars botten är anordnad en första fläkt (12) med en fördelare (8) för en finblåsigt inledning av luften över hela tvärsnittsarean av den av luftningsreaktorn omslutna materialmassan (7), samt en andra, med rummet ovanför den av luftningsreaktorn omslutna materialmassan förbunden sugfläkt (21) med högre effekt, av en regulator (42) för reglering av tillförseleffekten för de båda fläktarna (12, 21) i beroende av uppmätta är-värden på halten av CO₂ eller O₂ i avluften från luftningsreaktorn och förbestämda börvärden (inorgan (50), varigenom tillförselmängden och -effekten hos den ena och/eller båda fläktarna

(12, 21) kan regleras så, att de för rötningsprocessen förbestämda börvärdena (CO_2 -halten) i luftningsreaktorn (1) inställer sig oberoende av tillförseln av färskmaterial och avlägsnandet av utrötat material, av en med det undre luftinloppet (12) i luftningsreaktorn (1) förbunden och över en av en regulator (38) reglerbar ventil betjäningsbar vattensprutningsanordning (15), och av en värmare (14) för den tillförda friskluften som uppvärmer i beroende av förbestämda börvärden.

8. Anordning enligt krav 7, k ä n n e t e c k n a d därav, att efter sugfläkten (21) är inkopplad en värmeväxlare (23), en vattenavskiljare (24) och en biologisk filteranordning (26).

9. Anordning enligt krav 7 och 8, k ä n n e t e c k n a d därav, att värmeväxlaren (23) bildar värmaren (14).

10. Anordning enligt krav 7-9, k ä n n e t e c k n a d därav, att den har ett inorgan (50) anordnat, som är försett med lagringsenheter för upptagning av de för regleringen och styrningen av rötningsprocessen erforderliga börvärdena, såsom CO_2 -respektive O_2 -halten i avluften, fukthalten hos det tillförda avfallet och hos materialmassan, mängden och hastigheten för den tillförda luften och temperaturen hos den inblåsta luften.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: Suomi-Finland(FI) 54 469 (C 05 F 9/04).
USA(US) 3 314 765 (23-259.1).

