



[B] (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLÄGGNINGSSKRIFT 62275

(45)

c Patentti myönnetty 10.12.1982
(51) Kv.lk.³/Int.Cl.⁷ C 02 F 3/12

SUOMI—FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patenttihakemus — Patentansöknin	751833
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	19.06.75
(23) Aikupäivä — Giltighetsdag	19.06.75
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	22.12.76
(44) Nähtävölkälpänon ja kuul.julkalsun pvm. — Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	31.08.82
(32)(33)(31) Pyydetty etuolkeus — Begärd prioritet	21.06.74

04.06.75 USA(US) 481793, 581951

(71) Biospherics Incorporated, Rockville, Maryland, USA(US)

(72) Gilbert Victor Levin, Chevy Chase, Maryland, George Jiri Topol,
Gaithersburg, Maryland, Alexandra Gregor Tarnay, Fairfax, Virginia,
USA(US)

(74) Oy Borenus & Co Ab

(54) Aktiivilietteen käyttöön perustuva jäteveden käsittelymenetelmä -
Förfarande för behandling av avfallsvatten vilket grundar sig på
användning av aktivslam

Keksinnön kohteena on aktiivilietteen käyttöön perustuva jäteveden käsittelymenetelmä raan tai käsitellyn, fosfaatteja sisältävän jäteveden käsittelemiseksi siten, että saadaan pääasiallisesti fosforiton- ta poistovettä, joka johdetaan luonnollisiin vesilähteisiin.

Nykyään sovelletussa tavanomaisessa aktiivilietteen käyttöön perustuvassa järjestelmässä kohdistetaan jätevedeen tavanomaiset välppäys- ja esiselkeytyskäsittelyt, minkä jälkeen tähän jätevedeen sekoitetaan laskeutumissäiliöstä uudelleen kierrätettyä aktiivilietettä sekaliemen muodostamiseksi, joka sitten ilmastetaan. Tätä sekalientä ilmastettaessa läsnäolevat organismit aiheuttavat kiinteiden aineiden aerobisen eli happihakuksen hajoamisen niin, että saavutetaan biologista happea tarvitsevien aineiden korkea-asteinen poistaminen. (Tästä hapentarpeesta käytetään seuraavassa lyhennettä BHT = biokemiallinen hapentarve).

Orgaanisissa jätevesissä ja pesuaineissa esiintyvät fosfaatit läpäisevät kuitenkin häviämättä jäteveden tavanomaiset käsittelyprosessit, ja joutuvat poistoveden mukana luonnollisiin vesilähteisiin, esim. järviin, jokiin ja virtoihin. Nämä fosfaatit aiheuttavat vesien runsasravinteisuutta eli eutrofiaa, mikä johtaa levien epämiellyttävään kasvuun ja vakaviin saastumisongelmiin.

On ennestään tunnettua, että sekaliemen ilmastus aktiivilietteen

käyttöön perustuvassa jäteveden käsittelyssä aluksi saattaa läsnäolevat mikro-organismit kuluttamaan fosfaatteja. US-patentissa nro 3.236.766 on selitetty prosessi, jossa tätä ilmiötä käytetään fosfaattien poistamiseksi jätevedestä. Tässä patentissa selitetyn prosessin mukaan raa'an jäteveden pH-arvo tarpeen vaatiessa säädetään rajoihin noin 6,2...noin 8,5, minkä jälkeen jätevetteen sekoitetaan aktiivilietettä sekaliemen muodostamiseksi, ja tämä sekaliemi ilmastetaan siten, että se tulee sisältämään liuennutta happea vähintään 0,3 mg/l, minkä jälkeen fosfaateilla rikastunut liete erotetaan sekaliemestä siten, että saadaan pääasiallisesti fosfaattitonta poistovettä. Fosfaateilla rikastunutta lietettä käsitellään sen fosfaattipitoisuuden pienentämiseksi, ennen kun tämä liete kierrätetään uudelleen ja sekoitetaan tulevaan jätevetteen. Tämä aikaansaadaan pysyttämällä fosfaateilla rikastunut liete anaerobisessa eli hapettomassa tilassa useita tunteja.

Useita muita prosesseja on ehdotettu fosfaateilla rikastuneen lietteen fosfaattipitoisuuden pienentämiseksi aktiivilietteen käyttöön perustuvan jäteveden käsittelyprosessin ilmastusvaiheen jälkeen. Niinpä esim. US-patentissa nro 3.385.785 on ehdotettu fosfaateilla rikastuneen lietteen pH-arvon säätämistä rajoihin noin 3,5...6, ja lietteen sekoittamista kosketuksessa niukasti fosfaatteja sisältävän vesiväliaineen kanssa säiliössä niin kauan, että vesiliukoinen fosfaattimateriaali siirtyy lietteestä vesifaasiin. Tässä säiliössä käytetään niukasti fosfaatteja sisältävänä vesiväliaineena ulkopuolisesta lähteestä lisättyä vettä fosfaattien uuttamiseksi lietteestä. Liukoisten fosfaattien tultua uutetuiksi lietteestä vesiväliaineeseen saatetaan seos virtaamaan laskeutumissäiliöön, jossa fosfaateilla rikastunut vesiväliaine erotetaan fosfaattien suhteen köyhtyneestä lietteestä. Tämän prosessin pääoman investointitarve on kuitenkin suuri, koska prosessi edellyttää huomattavien vesimäärien lisäämistä ulkopuolisesta lähteestä sekä kahden erillisen säiliön, toisin sanoen fosfaattien uuttamissäiliön ja laskeutumissäiliön käyttämistä liukoisten fosfaattien erottamiseksi lietteestä.

Keksinnön mukaisessa menetelmässä ei käytetä ulkopuolisesta lähteestä lisättyä vettä fosfaattien uuttamiseksi, vaan siinä käytetään niukasti liukoisia fosfaatteja sisältävää väliainetta, joka otetaan jäteveden käsittelyprosessin sisältä. Tällöin keksinnön tarkoituksena on aikaansaada parannettu menetelmä fosfaattipitoisen jäteveden fosfaattipitoisuuden pienentämiseksi aktiivilietteen käyttöön perustuvassa jäteveden käsittelyprosessissa.

Keksinnön tarkoituksena on myös aikaansaada sellainen menetelmä, jossa

fosfaatit saadaan entistä paremmin poistetuiksi fosforia runsaasti sisältävästä lietteestä, minkä tuloksena fosfaatit saadaan entistä tehokkaammin poistetuiksi jätevedestä niin, että saadaan pääasiallisesti fosforitonta poistovettä.

Keksinnön mukainen prosessi perustuu siihen, että ilmastetaan ilmastusvyöhykkeessä seosta, joka sisältää fosfaattipitoista jätevesimateriaalia ja aktiivilietettä tämän jätevesimateriaalin BHT-arvon pienentämiseksi ja läsnäolevien mikro-organismien saattamiseksi kuluttamaan fosfaatteja. Fosfaateilla rikastunut liete erotetaan sekaliemestä siten, että saadaan pääasiallisesti fosfaatitonta poistuvaa nestettä. Tämä fosfaateilla rikastunut liete johdetaan poistamisvyöhykkeeseen muodostamaan pinnalle noussutta nestettä tämän poistamisvyöhykkeen yläosaan ja pohjalle laskeutunutta lietettä. Ainakin osa tästä laskeutuneesta lietteestä pidetään hapettomana riittävän kauan fosfaattien vapauttamiseksi fosfaattien poistamisvyöhykkeen yläosaan nousseeseen nesteeseen ja kierrätetään aktiivilietteenä ainakin osa fosfaattien poistamisvyöhykkeen hapettomasta lietteestä ilmastusvyöhykkeeseen. Keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista, että ainakin osa vapautuneita fosfaatteja sisältävästä hapettomasta lietteestä saatetaan kosketukseen jäteveden käsittelyprosessista erotetun vähemmän liukoisia fosfaatteja sisältävän väliaineen kanssa hapettoman lietteen nestefaasin sisältämien liukoisten fosfaattien siirtämiseksi vähemmän liukoisia fosfaatteja sisältävään väliaineeseen poistamisvyöhykkeen yläosassa olevan pinnalle nousseen nesteen rikastamiseksi fosfaateilla.

Tässä käytetyllä sanonnalla "liete" tarkoitetaan kiinteiden aineiden ja nesteen seosta, jolle on tunnusomaista lietteen kiinteiden aineiden muodostama faasi ja tähän liittyvä nestefaasi. Sanonta "vähemmän liukoisia fosfaatteja sisältävä väliaine" tarkoittaa vesi- tai vesipitoista väliainetta, joka sisältää liukoisia fosfaatteja pienempänä konsentraationa kuin se vapautuneita fosfaatteja sisältävä hapeton liete, jonka kanssa tämä väliaine saatetaan kosketukseen.

Tämän keksinnön mukaan fosfaateilla rikastunut liete, jossa fosfaatti esiintyy lietteen mikro-organismien soluissa, toisin sanoen biologisissa kiinteissä aineissa, pysytetään fosfaattien poistamisvyöhykkeen hapetto-

mana laskeutuneena lietteenä riittävän kauan mikro-organismien saattamiseksi vapauttamaan fosfaatteja lietteen nestefaasiin. Täten saatu vapautuneita fosfaatteja sisältävä hapeton liete saatetaan kosketukseen liukoisia fosfaatteja niukemmin sisältävän väliaineen kanssa. Tämän kosketuksen tarkoituksena on siirtää liukoisia fosfaatteja hapettomasta lietteestä ja lopuksi fosfaattien poistamisvyöhykkeen pinnalle nousevaan nesteeseen tämän nesteen rikastamiseksi fosfaateilla. Keksinnön mukaan voidaan hapettomassa lietteessä olevat liukoiset fosfaatit siirtää joko suoraan saattamalla tämä hapeton liete kosketukseen pinnalle nousevan nesteen kanssa, tai välillisesti, esim. saattamalla tämä hapeton liete kosketukseen fosfaattien poistamisvyöhykkeeseen siirretyn, fosfaateilla rikastuneen lietteen kanssa.

Ilman edellä mainittuja kosketussiirtovaiheita kuluisi huomattavan paljon aikaa, ennen kuin hapettoman lietteen ja erikoisesti fosfaattien poistamisvyöhykkeen alimpaan osaan laskeutuneen lietteen liukoiset fosfaatit ovat kulkeutuneet tästä laskeutuneesta lietekerroksesta poistamisvyöhykkeen pinnalla olevaan nesteeseen. Jos liete näissä olosuhteissa poistettaisiin fosfaattien poistamisvyöhykkeestä ja kierrätettäisiin takaisin ilmastusvyöhykkeeseen, ennen kuin riittävä määrä liukoisia fosfaatteja on siirtynyt pinnalla olevaan nesteeseen, tulisi liian suuri määrä liukoisia fosfaatteja kierrätetyksi takaisin ilmastusvyöhykkeeseen, joten koko prosessin hyötysuhde fosfaattien poistamiseen nähden alenisi. Keksintö poistaa tämän vaikeuden, ja käytännön toiminnassa on todettu, että fosfaattien poistamishyötysuhde saavuttaa korkean arvon.

Keksintö selitetään seuraavassa lähemmin oheisten piirustusten perusteella.

Kuvio 1 esittää kaaviollisena virtauskaaviona keksinnön erään suoritusmuodon mukaista aktiivilietteen käyttöön perustuvaa prosessia, jossa vapautuneita fosfaatteja sisältävä hapeton liete saatetaan kosketukseen fosfaattien poistamisvyöhykkeeseen siirretyn fosfaateilla rikastuneen lietteen kanssa.

Kuvio 2 esittää kaaviollisena virtauskuviona keksinnön erään toisen suoritusmuodon mukaista aktiivilietteen käyttöön perustuvaa prosessia, jossa osa fosfaattien poistamisvyöhykkeen pinnalle nousevasta nesteestä poistetaan pinnalta ja palautetaan fosfaattien poistamisvyöhykkeeseen vapautuneita fosfaatteja sisältävän hapettoman lietekerroksen alle

siten, että tämä neste joutuu kosketukseen tämän lietteen kanssa.

Edellä mainitut molemmat suositut suoritustyydytykset selitetään seuraavassa lähemmin. Kuvio 1 havainnollistaa erästä keksinnön mukaista käsittelyjärjestelmää. Tuleva raakafosfaattipitoinen jätevesivirta 1 saatetaan kulkemaan tavanomaisten seula- ja hiekanpoistoyksiköiden kautta, minkä jälkeen se valinnanvaraisesti johdetaan ensiölaskeutumissäiliöön 2 ensimmäistä laskeutumista varten. Liette poistetaan tästä säiliöstä johtoa 3 myöten. Tämä ensimmäisen kerran laskeutunut jätevesi sekoitetaan seuraavassa selitettävän uudelleen kierrätetyn aktiivilietteen kanssa sekaliemeksi, joka johtoa 4 myöten johdetaan ilmastussäiliöön 5.

Tässä ilmastussäiliössä sekalientä ilmastetaan niin paljon, että se pysyy happipitoisena, toisin sanoen että sekaliemessä on ilmastussäiliön ainakin eräessä osassa 1...8 tunnin aikana mitattavissa oleva määrä liuennutta happea. Ilmastuksen aikana läsnäolevat mikro-organismit kuluttavat fosfaatteja ja jätevedessä olevia orgaanisia aineita. Ilmastuksen aikana saadaan BOD-arvo huomattavasti alennetuksi.

Ilmastuksen jälkeen sekaliemi syötetään toisiolaskeutumissäiliöön 6, jossa fosfaateilla rikastunut liete laskeutuu ja täten erottuu nesteestä. Liette sisältää huomattavan osan viemäriveredessä olevista fosfaateista. Pääasiallisesti fosfaatiton poistovesi poistetaan edelleen johdettavaksi tavalliseen tapaan johdon 7 kautta.

Fosfaateilla rikastunut liete poistetaan laskeutumissäiliöstä 6 johtoa 7 myöten. Osa lietteestä voidaan poistaa hävitettäväksi, ja loput saatetaan kosketukseen fosfaattien poistamisvyöhykkeestä kotoisin olevan uudelleen kierrätetyn hapettoman lietteen kanssa, johon se sekoitetaan, ja joka sisältää liukoisia fosfaatteja suurena konsentraationa. Täten saatu seos johdetaan fosfaattien poistamislaitteeseen 9, jossa fosfaateilla rikastunut liete laskeutuu siten, että poistamisvyöhykkeen yläosaan kerääntyy pinnalle nousevaa nestettä ja alaosaan laskeutuu lietettä. Ainakin osa tästä laskeutuneesta lietteestä pidetään hapettomana niin kauan, että tässä hapettomassa lietteessä olevat mikro-organismit vapauttavat fosfaatteja tämän hapettoman laskeutuneen lietteen yhteydessä olevaan nestefaasiin. Fosfaatit uuttautuvat lietteen hapettomista kiinteistä komponenteista nestefaasiin. Tämän käsittelyn mekanismi selitetään seuraavassa yksityiskohtaisemmin.

Fosfaattien poistamislaitteessa 9 muodostuu fosfaateilla rikastunutta

pinnalle nousevaa nestettä, joka johtoa 10 myöten johdetaan fosfaattien saostimeen 11. Tässä saostimessa 11 fosfaateilla rikastuneeseen, pinnalle nousevaan nesteeseen sekoitetaan fosfaattien saostumisaineita, esim. alumiini- tai rautasuoloja tai kalkkia fosfaattien saostamiseksi. Saostuneet fosfaatit johdetaan johtoa 12 myöten sekoitettaviksi raakaan jäteveteen johdossa 1.

Fosfaattien poistamislaitteessa 9 lietteen kiinteät komponentit, jotka sisältävät lietteen organismien soluissa olevan suuren fosfaattimäärän, erottuvat lietteen vesifaasista ja laskeutuvat kohti erottimen pohjaa. Lietteen kiinteät hiukkaset sisältävät täten solunsisäisiä fosfaatteja, ja nämä hiukkaset laskeutuvat fosfaattien poistamislaitteessa 9 laskeutuneeseen lietekerrokseen. Tässä laskeutuneessa lietekerroksessa esiintyy tiheysgradientti, koska lietteen tiheys on suurempi lietekerroksen pohjan kuin yläosan luona.

Keksintöä sovellettaessa ainakin osan laskeutuneesta lietteestä pidetään hapettomana, toisin sanoen siten, että lietteen nestefaasissa ei ole pääasiallisesti mitään mitattavissa olevaa liuennutta hapetta, riittävän kauan fosfaattien vapauttamiseksi hapettoman laskeutuneen lietteen nestefaasiin. Lietteen fosfaattien vapauttamiseksi tarvittava oloaika poistamisvyöhykkeessä riippuu osittain poistamisvyöhykkeeseen siirretyn fosfaateilla rikastuneen lietteen happipitoisuudesta tai hapettomuudesta. Niinpä on todettu, että läsnäolevien mikro-organismien aiheuttama liuenneneen hapen kulutusnopeus tavanomaisten aktiivilietteen käyttöön perustuvien laitteiden toisiolaskeutumisvyöhykkeissä voi olla hyvin suuri, eli noin 20...30 miljoonasosaa tunnissa. Tällaisten suurien kulutusnopeuksien esiintyessä voi edeltävästä ilmastusvaiheesta poistetun sekaliemen liuennut happi tulla loppuun kulutetuksi laskeutumisvyöhykkeessä niin, että tämän vyöhykkeen alaosaan poistettu liete on hapetonta. Tähän keksintöön sovellettuna voi sekaliemestä erottuneen ja fosfaattien poistamisvyöhykkeeseen johdetun fosfaateilla rikastuneen lietteen hapettoman luonteen ansiosta tämän poistamisvyöhykkeen laskeutuneen lietteen koko tilavuus pysyttää hapettomana, mikä puolestaan johtaa siihen, että voidaan käyttää suhteellisesti lyhyempiä lietteen oloaikoja poistamisvyöhykkeessä fosfaattien vapauttamiseksi. Siinä tapauksessa, että toisiolaskeutumisvyöhykkeestä poistettu ja fosfaattien poistamisvyöhykkeeseen johdettu liete on hapetonta, on silti lietteen oloaika ja tyynenä olemisen laskeutumisvyöhykkeessä pysytettävä, jotta vältettäisiin fosfaattien vapautuminen ja sekoittuminen tässä toisiolaskeutumisvyöhykkeessä, mikä muuten huonontaisi prosessista poistetun poistoveden laatua.

Jos toisaalta fosfaattien poistamisvyöhykkeeseen johdettu fosfaateilla rikastunut liete on happipitoista, on lietteen suhteellisesti pitempi oloaika tässä poistamisvyöhykkeessä tarpeen fosfaattien halutun vapautumisen saavuttamiseksi. Tässä tapauksessa voi tähän poistamisvyöhykkeeseen laskeutuneen lietteen yläosa olla happipitoista ja ainoastaan laskeutuneen lietteen alaosa olla hapetonta. Näissä olosuhteissa ja koska lietteen solunsisäisiä fosfaatteja sisältävät kiinteät komponentit kulkeutuvat laskeutuneen lietekerroksen pohjalle, tulevat organismit lietekerroksen tässä osassa vallitsevan hapettomuuden takia vapauttamaan fosfaatteja lietteen vesifaasiin vesiliukoisina fosfaatti-ioneina. Liukoisten fosfaattien konsentraatio on alussa suurin tämän järjestelmän fosfaattien poistamisvyöhykkeen lietekerroksen alaosassa.

Keksintöä yleisesti sovellettaessa on lietteen oloaika fosfaattien poistamislaitteessa 2...30 tuntia. Kuten edellä jo on selitetty, tarvitaan huomattavasti aikaa laskeutuneista kiinteistä komponenteista vapautuneiden liukoisten fosfaattien päästämiseksi siirtymään kiinteiden aineiden laskeutuneesta kerroksesta pinnalle nousevaan nesteeseen. Jos liete poistetaan ja kierrätetään takaisin ilmastusvyöhykkeeseen, ennen kuin riittävä määrä liukoisia fosfaatteja on siirtynyt pinnalle nousevaan nesteeseen, tulee liiallinen määrä tällaisia liukoisia fosfaatteja ja kierrätetyksi takaisin ilmastussäiliöön, mikä alentaa koko prosessin hyötysuhdetta fosfaattien poistamiseen nähden. Sopivasti enintään 75% fosfaattien poistamislaitteessa vapautuneista liukoisista fosfaateista kierrätetään takaisin ilmastussäiliöön uudelleenkierrätetyn aktiivi- lietteen mukana.

Keksinnön erään suoritusmuodon mukaan poistetaan hapetonta lietettä, joka sisältää huomattavan osan niistä liukoisista fosfaateista, jotka vapautuvat fosfaattien poistamislaitteessa 9, tästä poistamislaitteesta ja jaetaan kahteen osaan. Osa tästä runsaasti liukoisia fosfaatteja sisältävästä lietteestä kierrätetään takaisin johtoa 13 myöten sekoitettavaksi raakaan jäteveteen, joka syötetään ilmastussäiliöön johtoa 4 myöten, ja toinen osa hapettomasta runsaasti liukoisia fosfaatteja sisältävästä lietteestä kierrätetään takaisin johtoa 14 myöten sen saattamiseksi kosketukseen toisiolaskeutumissäiliöstä 6 tulevan, fosfaateilla rikastuneen lietteen kanssa, johon se sekoitetaan, ennen kuin tämä viimeksi mainittu liete johdetaan fosfaattien poistamislaitteeseen 9. Koska toisiolaskeutumissäiliöstä 6 poistettu liete sisältää kiinteiden aineiden muodostamassa faasissaan solunsisäisiä fosfaatteja, ja koska nestefaasi, joka voi edustaa 98...99% lietteestä, sisältää liukoi-

sia fosfaatteja vähän tai ei ollenkaan, siirretään liukoisia fosfaatteja runsaasti tällaisia liukoisia fosfaatteja sisältävästä, johtoa 14 myöten tulevasta hapettomasta lieteosasta fosfaateilla rikastuneen lietteen nestefaasiin. On eduksi, että molemmat runsaasti liukoisia fosfaatteja sisältävät, fosfaattien poistamislaitteesta johtoja 13 ja 14 myöten poistetut hapettomat lieteosat sisältävät noin 25...75% tästä fosfaattien poistamislaitteesta poistetun runsaasti liukoisia fosfaatteja sisältävän lietteen koko määrästä, ja että vähintään 25% tässä poistamislaitteessa vapautuneista liukoisista fosfaateista poistetaan johtoa 10 myöten poistamislaitteesta yhdessä pinnalle nousevan nesteen kanssa.

Runsaasti liukoisia fosfaatteja sisältävän lietteen se osa, joka johdetaan johtoa 14 myöten, voidaan myös syöttää suoraan fosfaattien poistamislaitteeseen 9 tässä laitteessa olevan lietekerroksen päälle, niin että liukoiset fosfaatit joutuvat kosketukseen tässä poistamislaitteessa pinnalle nousevan nesteen kanssa ja siirtyvät tähän nesteeseen.

Kuvion 2 näyttämässä keksinnön mukaisessa suoritusmuodossa fosfaatteja sisältävä tuleva jätevesimateriaali johdetaan jäteveden käsittelyjärjestelmään johtoa 15 myöten ja sekoitetaan johdosta 34 tulevaan fosfaateista köyhtyneeseen pinnalle nousevaan nesteeseen, joka seuraavassa selitetään lähemmin. Tuleva jätevesi ja kierrätetty liete johdetaan johtoa 24 myöten ilmastusvyöhykkeeseen 16, jossa jätevesimateriaalista ja uudelleenkierrätetystä aktiivilietteestä muodostettua sekaliantä ilmastetaan viemärivereden BOD-arvon pienentämiseksi sen ansiosta, että läsnäolevat mikro-organismit saatetaan kuluttamaan fosfaatteja.

Käytännössä ilmastusvyöhyke voi olla tavanomaista tyyppiä, jonka avoimissa ilmastuskammioissa ympäristön ilmaa käytetään hapettimena. Vaihtoehtoisesti voidaan ilmastus suorittaa tavalla, joka on selitetty US-patenteissa no 3.547.813...3.547.815 (J. R. MacWhirter ja Kumpp.), jolloin käytetään vähintään yhtä suljettua katolla varustettua ilmastuskammiota, jossa käsiteltävä neste saatetaan aktiivilietteen läsnäollessa perusteelliseen kosketukseen yläpuolella olevasta kaasutilasta kotoisin olevan, hapella rikastuneen kaasun kanssa happihakuisen biologisen aktiviteetin vaatiman hapen liuentamiseksi. Tällaiset hapetusjärjestelmät voivat toimia moninkerroin suuremmilla suspendoituneilla biologisilla kiinteillä komponenttimäärillä ja moninkertaisesti lyhyemmillä ilmastusjaksoilla kuin tavanomaiset ilman käyttöön perustuvat ilmastusjärjestelmät, jolloin käsittelyn kokonaishyötysuhde samalla on verrattavissa tavanomaisiin järjestelmiin tai suurempikin. Tällaiset hapetusjärjes-

telmät on todettu sängen tehokkaiksi tätä keksintöä sovellettaessa.

Ilmastunut sekaliemi johdetaan ilmastusvyöhykkeestä johtoa 17 myöten toisiolaskeutumisvyöhykkeeseen 18, jossa fosfaateilla rikastunut liete erotetaan sekaliemestä siten, että saadaan pääasiallisesti fosfaatitonta poistovettä, joka poistetaan järjestelmästä johtoa 19 myöten. Erottunut fosfaatilla rikastunut liete johdetaan toisiolaskeutumisvyöhykkeessä johtoa 20 myöten fosfaattien poistamisvyöhykkeeseen 21, jossa tämä fosfaateilla rikastunut liete laskeutuu siten, että vyöhykkeen yläosaan 22 kerääntyy pinnalle nousevaa nestettä ja pohjalle laskeutuu lietettä. Ainakin osa tässä vyöhykkeessä laskeutuneesta lietteestä pidetään hapettomana samalla tavoin kuin edellä jo on selitetty niin kauan, että fosfaatteja vapautuu hapettoman lietteen nestefaasiin.

Hapettoman lietteen kosketusvaihe suoritetaan tässä järjestelmässä poistamalla pinnalle nousevaa nestettä fosfaattien poistamisvyöhykkeen yläosasta johtoa 25 myöten, ja osa tästä nesteestä kierrätetään pumpulla 27 varustettua johtoa 26 myöten takaisin tämän poistamisvyöhykkeen alaosaan. Tämä johtoa 26 myöten poikkeutettu pinnalle noussut neste palautetaan fosfaattien poistamisvyöhykkeeseen hajoittimien 28 kautta, joina voidaan käyttää esim. lukuisia kiinteitä suuttimia. Tällä tavoin saadaan syntymään hapettoman lietteen sisältämien liukoisten fosfaattien vastavirrassa tapahtuva uuttautuminen, jolloin liukoiset fosfaatit siirtyvät ylöspäin virtaavaan takaisin kierrätettyyn, pinnalle nousevaan nesteseen ja tämän jälkeen fosfaattien poistamisvyöhykkeen yläosassa olevan pinnalle nousseen nesteen massaan. Tätä kosketusjärjestelmää käytettäessä tulee ilmeisesti fosfaattien poistamisvyöhykkeen pinnalle nousseeseen nesteeseen liuennut happi, joka voi olla kotoisin esim. vaiheesta, jossa happipitoista, fosfaateilla rikastunutta lietettä johdetaan toisiolaskeutumisvyöhykkeestä fosfaattien poistamisvyöhykkeeseen, siirtymään tämän vyöhykkeen alaosaan yhdessä johtoa 26 myöten kulkevan kosketusvirran kanssa. Liunneen hapen tämä lisääminen saattaa mikro-organismeille laskeutuneiden kiinteiden aineiden muodostamassa kerroksessa, johon kosketusvirta on johdettu, jälleen kuluttamaan vastaavaan nestefaasiin jo vapautuneita fosfaatteja. Tämä ilmiö olisi paikallistettava palaute-
tun virran syöttökohdan välittömään läheisyyteen, jotta ei vaikutettaisi haitallisesti fosfaattien laskeutumisvyöhykkeeseen laskeutuneen hapettoman lietteen koko massaan. Pinnalle nousevan nesteen sisältämää liuen-
nutta happimäärää on toisin sanoen säädettävä sopivan rakenteen avulla.

Fosfaattien poistamisvyöhykkeestä johtoa 25 myöten poistetun pinnalle

nousseen nesteen se osa, jota ei poikkeuteta takaisin kierrätettynä kosketusväliaineena johtoa 26 myöten, saatetaan virtaamaan pikasekoitus-säiliöön 29. Tässä säiliössä tämä poikkeutumaton pinnalle nousseen nesteen osa sekoitetaan nopeasti (ei näytetyin keinoin) fosfaattien saostamisaineen, esim. kalkin kanssa, jota syötetään säiliöön johtoa 30 myöten. Pinnalle nousseen nesteen ja fosfaatteja saostavan aineiden seos johdetaan sitten johtoa 31 myöten höytälöitymissäiliöön 32, jossa saostuneet fosfaatit laskeutuvat ja poistetaan järjestelmästä kemiallisena jätelietteenä johtoa 33 myöten. Tästä höytälöitymissäiliöstä 32 ylivirtaava fosfaateista köyhtynyt pinnalle nouseva neste kierrätetään johtoa 34 myöten yhdistettäväksi tulevaan jäteveteen, joka joutuu prosessiin johtoa 15 myöten.

Edellä selitetyn hapettoman lietteen kosketusjärjestelmän avulla saatetaan huomattava määrä hapettomasta lietteestä vapautuneita fosfaatteja siirtymään fosfaattien poistamisvyöhykkeen yläosan pinnalle nousevaan nesteeseen, minkä ansiosta tämän poistamisvyöhykkeen pohjalta johtoa 24 myöten poistetun hapettoman lietteen fosfaattipitoisuus on alentunut riittävästi siten, että ilmastusvyöhykkeessä saadaan aikaan fosfaattien perusteellinen poistaminen jätevedestä.

Keksintöä yleisesti sovellettaessa voidaan muitakin kuin tässä selitettyjä havainnollistavia keinoja käyttää runsaasti liukoisia fosfaatteja sisältävän hapettoman lieteosan ja fosfaattien poistamislaitteessa pinnalle nousevan nesteen välisen maksimaalisen kosketuksen saavuttamiseksi siten, että liukoiset fosfaatit saadaan liukenemaan pinnalle nousevaan nesteeseen. Niinpä voidaan käyttää kahta tai useampaa fosfaattien poistamissäiliötä. Tällöin voidaan yksi säiliö pysyttää suhteellisen sekoittamattomana ja liete täten pysyttää hapettomana niin, että mikro-organismit vapauttavat sisältämänsä fosfaatit, kun taas toista säiliötä, jossa mikro-organismit jo ovat vapauttaneet sisältämänsä fosfaatit, sekoitetaan näitä liukoisia fosfaatteja sisältävän hapettoman lieteke-roksen saattamiseksi sekoittumaan pinnalle nousevaan nesteeseen. Sen jälkeen, kun tämä neste on uuttanut pääasiallisesti kaikki liukoiset fosfaatit lietteen kiinteistä komponenteista, lopetetaan voimakas sekoittaminen, ja kiinteiden komponenttien annetaan laskeutua. Laskeutumisen tapahduttua pinnalle nouseva neste, joka tällöin sisältää pääasiallisesti kaikki säiliössä olevat liukoiset fosfaatit, poistetaan ja johdetaan fosfaattien saostimeen, ja fosfaateista köyhtynyt liete kierrätetään takaisin sekoitettavaksi raakaan jäteveteen, jota syötetään ilmastus-säiliöön. Tämän jälkeen säiliö täytetään toisesta laskeutumisvyöhyk-

keestä kotoisin olevalla lietteellä, jonka annetaan laskeutua ja muuttua hapettomaksi ja joka pidetään hapettomana, jolloin ensimmäisessä säiliössä toistetaan edellä selitetty prosessi, jossa voimakkaasti sekoitetaan hapetonta lietettä ja pinnalle noussutta nestettä, annetaan seoksen laskeutua ja poistetaan fosfaateilla rikastunutta, pinnalle noussutta nestettä. Nämä molemmat säiliöt pidetään täten toisiinsa nähden ajallisesti 180° vaiheessa siirrettyinä.

Toinen keino liukoisten fosfaattien siirtämiseksi hapettomasta lietteestä on johtaa tuoretta lietettä toisiolaskeutumissäiliöstä fosfaattien poistamisvyöhykkeen pohjalle niin, että tämä liete diffundoituu hapettoman kerroksen läpi ja uuttaa tämän kerroksen sisältämiä liukoisia fosfaatteja.

Eräs toinen keino pinnalle nousevan nesteen ja liukoisia fosfaatteja suurena konsentraationa sisältävän hapettoman lietekerroksen välisen maksimaalisen kosketuksen aikaansaamiseksi fosfaattien poistamislaitteessa on jaksottaisesti ja voimakkaasti sekoittaa tämän poistamislaitteen sisältöjä niin, että lietteen hapeton kerros dispergoituu pinnalle nousevaan nesteeseen, joka tällöin uuttaa fosfaatteja lietteen kiinteistä komponenteista. Tämän jälkeen tämän poistamislaitteen sisältöjen annetaan laskeutua. Sekoittamisen ja laskeutumisen aikana uudelleen kierrätettävää lietettä ei poisteta fosfaattien poistamislaitteen pohjalta. Sekoittaminen voidaan suorittaa johtamalla hapetonta kaasua tämän sekoittamislaitteen 9 pohjalle. Hapettoman lietekerroksen eriosia voidaan myös nostaa laskeutuneen lietekerroksen yläpuolelle ja tämän jälkeen jälleen antaa näiden osien laskeutua. Tämän laskeutumisen aikana pinnalle noussut neste uuttaa liukoisia fosfaatteja. Näin tapahtuessa voidaan hapettoman lietekerroksen toinen osa poistaa fosfaattien poistamisvyöhykkeestä ja kierrättää takaisin ilmastussäiliöön.

Kaikkia näitä prosesseja voidaan suorittaa joko jatkuvasti tai jaksottaisesti. Niinpä voidaan kuvion 1 näyttämässä järjestelmässä aikaansaada liukoisten fosfaattien riittävä siirtyminen kierrättämällä fosfaattien poistamislaitteesta poistettu hapeton liete johtoa 14 myöten takaisin tunnin ajan jokaisen viiden käyttötunnin kuluessa.

Seuraavat esimerkit kuvaavat keksinnön antamia etuja, kun halutaan tehokkaasti poistaa fosfaatteja fosfaattipitoisista jätevesistä, verrattuna ennestään tunnettuihin käsittelyjärjestelmiin, joista puuttuu keksinnön mukaisen prosessin hapettoman lietteen kosketusvaihe.

Esimerkki I

Tämän esimerkin mukaisessa kokeessa käytettiin kuvion 2 kaltaista tyyppiä olevaa prosessijärjestelmää aluksi aikaisemmin tunnetulla tavalla ilman keksinnön mukaista hapettoman lietteen kosketusvaihetta. Tämän jälkeen järjestelmää käytettiin keksinnön mukaisella tavalla, jolloin vähemmän liukoisia fosfaatteja sisältävänä kosketusväliaineena käytettiin fosfaattien poistamisvyöhykkeen yläosasta poistettua, pinnalle noussutta nestettä pääasiallisesti samalla tavoin kuin tämän kuvion 2 yhteydessä on edellä selitetty.

Tämän vertailevan arvostelukokeen molemmissa vaiheissa tuleva jätevesi sekoitettiin uudelleenkierrätetyn aktiivilietteen kanssa sekaliemeksi, joka sitten ilmastettiin ilmastusvyöhykkeessä läsnä olevien mikro-organismien saattamiseksi kuluttamaan fosfaatteja. Fosfaateilla rikastunutta lietettä erotettiin sitten toisioselkeyttimessä sekaliemestä pääasiallisesti fosfaatittoman poistoveden saamiseksi. Erottunut fosfaateilla rikastunut liete johdettiin fosfaattien poistamisvyöhykkeeseen, jossa tämän lietteen annettiin laskeutua siten, että tämän vyöhykkeen yläosaan kerääntyi pinnalle noussutta nestettä ja pohjalle kerääntyi laskeutunutta lietettä. Tämä liete pidettiin hapettomana riittävän kauan fosfaattien vapauttamiseksi lietteen nestefaasiin ja fosfaateilla rikastuneen, pinnalle nousseen nesteen muodostamiseksi. Tämä neste poistettiin sitten fosfaattien poistamisvyöhykkeestä, sekoitettiin fosfaattien saostamisaineen (kalkin) kanssa pikasekoitussäiliössä, ja poistettiin muodostunut saostunut fosfaatti kemiallisena jätelietteenä höytälöitymissäiliössä, ja kierrätettiin fosfaateista köyhtynyt, pinnalle noussut neste takaisin tulevan jäteveden johtoon. Laskeutunutta lietettä poistettiin fosfaattien poistamisvyöhykkeestä, ja tämä liete kierrätettiin takaisin tulevan viemärivereden johtoon edellä mainittuna aktiivilietteenä.

Vertailevan arvostelukokeen ensimmäisessä vaiheessa, joka toteutettiin aikaisemman tekniikan mukaisesti, fosfaattien poistamisvyöhykkeen yläosasta poistettua, pinnalle noussutta nestettä ei kierrätetty takaisin eikä palautettu tähän poistamisvyöhykkeeseen, vaan koko tätä nestemäärää käsiteltiin fosfaattien saostamisaineella ja kierrätettiin koko tämä määrä takaisin tulevan jäteveden johtoon. Keksintöä kuvion 2 mukaisen järjestelmän yhteydessä selitettäessä ei käytetty kaaviollisesti esitettyä uudelleenkierrätyspumppua 27, joka sijaitsee uudelleenkierrätysjohdossa 26. Tämä johto on puolestaan yhdistetty fosfaattien poistamisvyöhykkeessä pinnalle nousseen nesteen poistamisjohtoon 25, joka päättyy

tämän poistamisvyöhykkeen alaosaan. Virtausta ei siis aiheutettu tässä uudelleenkierrätysjohdossa 26.

Vertailevan arvostelukokeen toisessa vaiheessa, joka suoritettiin keksinnön mukaisella tavalla, prosessijärjestelmää käytettiin kuten edellä on selitetty, paitsi, että edellä selitetty uudelleenkierrätyspumppu käynnistettiin poikkeuttamaan osan fosfaattien poistamisvyöhykkeen niukasti liukoisia fosfaatteja sisältävästä pinnalle nousseesta nesteestä tämän nesteen lähtöjohtoa myöten tämän osan johtamiseksi fosfaattien poistamisvyöhykkeeseen hapettoman lietteen alle. Tällä tavoin saatiin syntymään hapettoman lietteen sisältämien liukoisten fosfaattien vastavirrassa tapahtuva uuttautuminen niin, että näitä fosfaatteja siirtyi uuttavaan, pinnalle nousevaan nesteeseen ja täten fosfaattien poistamisvyöhykkeen yläosaan, jossa tämä pinnalle noussut neste rikastui fosfaateilla. Kokeen ensimmäinen vaihe, jossa ei sovellettu kosketusta hapettoman lietteen kanssa, käsitti 8 vuorokautta jatkuvaa toimintaa, ja kokeen toinen vaihe, jossa sovellettiin kosketusta hapettoman lietteen kanssa, kesti jatkuvasti 10 vuorokautta.

Seuraavassa taulukossa on esitetty arvot, jotka saatiin edellä selitettyjen järjestelmien vertailevasta arvostelukokeesta. Nämä lukuarvot osoittavat fosfaattien poistamishyötysuhteen sitä huomattavaa paranemista, joka saavutetaan keksinnön mukaisen prosessin ansiosta (sarakkeen A lukuarvot) verrattuna aikaisemman tekniikan mukaiseen järjestelmään (sarakkeen B lukuarvot). Kuten näistä lukuarvoista nähdään, on vastaavien järjestelmien mukaisen prosessin kaikilla parametreilla toisiaan läheisesti vastaavat mitatut numeroarvot. Näistä parametreista mainittakoon tulevan jäteveden virtausmäärä, uudelleenkierrätetyn, fosfaateilla rikastuneen lietteen virtausmäärä, fosfaattien poistamisvyöhykkeen alle johdettu virtausmäärä, tämän vyöhykkeen yläpäästä poistettu virtausmäärä, sekaliemeen suspendoituneiden kiinteiden komponenttien ilmastusmäärä, sekaliemen haihtuvien suspendoituneiden kiinteiden komponenttien ilmastusmäärä, tulevan jäteveden biokemiallinen hapentarve (BOD_5) ja poistoveden biokemiallinen hapentarve (BOD_5). Näin ollen taulukon lukuarvot, jotka koskevat molempien järjestelmien valittujen prosessivirtojen mitattuja fosfaattikonsentraatioita, toisin sanoen tulevassa jätevedessä olevien fosfaattien, poistuvassa jätevedessä olevien fosfaattien, prosenttimääräisesti kaikkiaan poistettujen fosfaattien, fosfaattien poistamislaitteen alaosaan johdetun virran sisältämien fosfaattien ja tämän poistamislaitteen pinnalle nousevan nesteen sisältämien fosfaattien konsentraatiot osoittavat selvästi, että tämän keksinnön mukainen

Taulukko

	"A"	"B"
Tulevan jäteveden virtausmäärä, l/min	46	45,5
Uudelleen kierrätetyn, fosfaateilla rikastuneen lietteen virtausmäärä (poistamislaitteeseen toisiolaskeutumisyöhykkeestä johdettu lietettä) l/min	11,4	11,4
Fosfaattien poistamisyöhykkeen alle johdettu virtausmäärä, l/min	5,3	5,3
Tämän yöhykkeen yläpäästä poistettu virtausmäärä, l/min	6,1	6,1
Sekaliemeen suspendoituneiden kiinteiden komponenttien ilmastusmäärä, mg/l	2929	3448
Sekaliemeen haihtuvien suspendoituneiden kiinteiden komponenttien ilmastusmäärä mg/l	2324	2454
Tulevan jäteveden biokemiallinen hapentarve (BOD ₅), mg/l	78	51
Poistoveden biokemiallinen hapentarve (BOD ₅)	10	16
Tulevassa jätevedessä olevat konsentraatiot, mg/l	5,3	4,2
Poistuvassa jätevedessä olevat fosfaattit, mg/l	0,7	3,5
Prosenttimääräisesti kaikkiaan poistettut fosfaattit, %	87	16,7
Fosfaattien poistamislaitteen alaosaan johdetun virran sisältämät fosfaattit, mg/l	468	685
Poistamislaitteen pinnalle nousevan nesteen sisältämät fosfaattit, mg/l	35	4,9

prosessi, jossa vapautuneita fosfaatteja sisältävä hapeton liete saate-taan kosketukseen niukemmin fosfaatteja sisältävän väliaineen kanssa siten, että fosfaatteja saadaan lopuksi siirtymään fosfaattien poistamis-vyöhykkeessä pinnalle nousevaan nesteeseen tämän rikastamiseksi fosfaa-teilla, antaa tulokseksi fosfaattien kokonaisuudessaan suuresti parantu-neen poistamistuloksen (87% verrattuna arvoon 16,7%), jolloin on vertail-tu aikaisemmin tunnetun prosessin mukaisen jäteveden käsittelyyn, jossa ei käytetä tällaista hapettoman lietteen kosketusvaihetta.

Näiden vastaavissa järjestelmissä poistettujen fosfaattimäärien tämän erittäin suuren eron syy on helposti ymmärrettävissä, kun verrataan fosfaattien konsentraatioita näiden järjestelmien fosfaattien poistamis-laitteen alaosaan johdetussa virrassa ja pinnalle nousevassa nesteessä.

Tämän keksinnön mukaisella tavalla suoritettussa prosessissa (lukuarvot esitetty taulukon sarakkeessa A) on fosfaattien konsentraatio fosfaattien poistamislaitteen alaosaan johdetussa virrassa 468 mg/l ja vastaava konsentraatio tämän poistamislaitteen pinnalle nousevassa nesteessä 35 mg/l, kun taas aikaisemman tekniikan mukaisessa prosessissa fosfaat-tien vastaavat konsentraatiot ovat poistamislaitteen alaosaan johdetus-sa virrassa 685 mg/l ja tämän laitteen pinnalle nousevassa nesteessä ainoastaan 4,9 mg/l. Nämä lukuarvot osoittavat, että aikaisemman tekniikan mukaisessa prosessissa jäivät hapettomasta lietteestä vapautu-neet fosfaatit laskeutuneeseen lietekerrokseen, eivätkä sanottavasti siirtyneet poistamislaitteen pinnalle nousevaan nesteeseen, kun taas keksinnön mukaisessa prosessissa esiintyy fosfaattien huomattavaa siirty-mistä, minkä tuloksena fosfaattien kokonaispoisto on merkityksellisesti paljon suurempi kuin ennestään tunnettua prosessia sovellettaessa.

Esimerkki II

Raakaa jätevettä (noin 3,8 miljoonaa litraa vuorokaudessa) joka sisäl-tää kaikkiaan noin 100 miljoonasosaa kiinteitä aineita ja noin 10 miljoon-nasosaa fosfaatteja, johdetaan tavanomaisten seulomis- ja hiekanpoisto-yksiköiden kautta ja sekoitetaan uudelleenkierrätettyyn aktiiviliettee-seen (noin 380.000 litraa vuorokaudessa), jossa on noin 50 miljoonas-osaa liukoisia fosfaatteja. Sekaliemi syötetään ilmastusvyöhykkeeseen, jossa sitä ilmastetaan 6 tuntia käyttämällä noin 15 litraa ilmaa/litra jätevettä. Ilmastusvyöhykkeestä virtaava sekaliemi syötetään sekundääri-seen laskeutumissäiliöön. Pääasiallisesti fosfaatitonta selkeytynyttä jätenestettä syötetään järjestelmästä kloorauksen jälkeen noin 3,8 mil-

joonaa litraa vuorokaudessa. Fosfaateilla rikastuneen lietteen muodostamaa laskeutunutta seosta poistetaan toisiolaskeutumissäiliöstä noin 800.000 litraa vuorokaudessa. Osa tästä lietteestä (noin 38.000 litraa vuorokaudessa) poistetaan jätelietteenä, ja loput johdetaan hapettomien fosfaattien poistamislaitteeseen, jossa sitä pidetään hapettomana noin 10 tuntia. Tässä poistamislaitteessa vallitseva hapettomuus johtaa siihen, että mikro-organismit vapauttavat huomattavat määrät solunsisäisiä fosfaatteja. Lietteeseen annetaan tiivistyä ja laskeutua hitaasti mekaanisesti sekoittaen, mikä sekoittaminen ei kuitenkaan riitä liete-kerroksesta vapautuneiden fosfaattien siirtämiseksi pinnalle nousevaan nesteeseen riittävän suurella nopeudella prosessin tyydyttävän hyötysuhteen saavuttamiseksi. Näin ollen mikro-organismien vapauttamat liukoiset fosfaatit pyrkivät jäämään hapettomaan laskeutuneeseen lietteeseen. Hapetonta lietettä poistetaan fosfaattien poistamislaitteen pohjalta noin 760.000 litraa vuorokaudessa. Osa tästä hapettomasta lietteestä (380.000 litraa vuorokaudessa) kierrätetään takaisin sekoitettavaksi tulevaan raakaan jätevedeen, ja toinen osa (380.000 litraa vuorokaudessa) kierrätetään takaisin sekoitettavaksi happipitoiseen lietteeseen, jota poistetaan toisiolaskeutumissäiliöstä, kun tämä liete siirretään fosfaattien poistamislaitteeseen. Hapettomassa lieteosassa olevat liukoiset fosfaatit siirretään täten happipitoisen lietteen nestefaasiin, joten liukoiset fosfaatit siirtyvät fosfaattien poistamissäiliön pinnalle nousevaan nesteeseen. Noin 50 miljoonasosaa liukoisia fosfaatteja sisältävää, fosfaateilla rikastunutta pinnalle nousevaa nestettä (380.000 litraa vuorokaudessa) poistetaan tästä säiliöstä ja syötetään kemialliseen saostamissäiliöön, jossa lisätään ja sekoitetaan kalkkia fosfaattisakan muodostamiseksi. Saostuneet fosfaatit kierrätetään takaisin sekoitettaviksi tulevaan raakaan jätevedeen. Lietteessä läsnäolevat mikro-organismit kuluttavat ilmastusvyöhykkeessä näitä fosfaattien poistamislaitteesta takaisin kierrätetyn lietteen mukana siirtyneitä liukoisia fosfaatteja sekä tässä tulevassa jätevedessä olevia fosfaatteja.

Vaikka edellä on selitetty keksinnön eräät havainnollistavat suoritusmuodot, joissa eri tavoin käytetään pinnalle nousevaa nestettä ja fosfaateilla rikastunutta lietettä niukemmin liukoisia fosfaatteja sisältävänä väliaineena, voidaan ilmeisesti muitakin väliaineita, esim. osaa siitä ilmastetusta sekaliemestä, joka otetaan virrasta, joka johdetaan ilmastus-säiliöstä sekundääriseen laskeutumissäiliöön, käyttää vapautuneita fosfaatteja sisältävän hapettoman lietteen kosketuskäsittelyssä keksinnön mukaista prosessia sovellettaessa. Vaikka siis edellä on yksityiskohtai-

sesti selitetty keksinnön eräät suositut suoritusmuodot, voidaan keksinnön piirissä ilmeisesti soveltaa muitakin suoritusmuotoja pelkästään tässä selitettyjä tunnusmerkkejä muuttamalla.

Patenttivaatimukset

1. Aktiivilietteen käyttöön perustuva jäteveden käsittelymenetelmä, missä seosta, joka sisältää fosfaattipitoista jätevesimateriaalia ja aktiivilietettä, ilmastetaan ilmastusvyöhykkeessä (5,16) tämän jätevesimateriaalin BHT-arvon pienentämiseksi ja läsnäolevien mikro-organismien saattamiseksi kuluttamaan fosfaatteja, erotetaan (6,18) fosfaateilla rikastunut liete sekaliemestä siten, että saadaan pääasiallisesti fosfaatitonta poistuvaa nestettä (7,19), johdetaan (8,20) fosfaateilla rikastunut liete muodostamaan pinnalle noussutta nestettä fosfaattien poistamisvyöhykkeen yläosaan (22) sekä laskeutunutta lietettä, pidetään ainakin osa tästä lietteestä hapettomana riittävän kauan fosfaattien vapauttamiseksi fosfaattien poistamisvyöhykkeen yläosaan (22) nousseeseen nesteseen, ja aktiivilietteenä kierrätetään (13,24) ainakin osa fosfaattien poistamisvyöhykkeen (9,21) hapettomasta lietteestä ilmastusvyöhykkeeseen (5,16) t u n n e t t u siinä, että ainakin osa vapautuneista fosfaatteista sisältävästä hapettomasta lietteestä saatetaan kosketukseen jäteveden käsittelyprosessista erotetun vähemmän liukoisia fosfaatteja sisältävän väliaineen kanssa hapettoman lietteen nestefaasin sisältämien liukoisten fosfaattien siirtämiseksi vähemmän liukoisia fosfaatteja sisältävään väliaineeseen poistamisvyöhykkeen yläosassa (22) olevan pinnalle nousseen nesteen rikastamiseksi fosfaateilla tehostetulla tavalla.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä t u n n e t t u siitä, että saatetaan vapautuneista fosfaateista sisältävä hapeton liete riittävästi kosketukseen vähemmän liukoisia fosfaatteja sisältävän väliaineen kanssa niin että enintään 75% fosfaattien poistamisvyöhykkeessä (9,21) vapautuneista liukoista

fosfaateista aktiivilietteenä kierrätetään takaisin (24,13) fosfaattien poistamisvyöhykkeestä (9,21) ilmastusvyöhykkeeseen (5,16).

3. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä t u n n e t t u siitä, että saatetaan vapautuneita fosfaatteja sisältävä hapeton liete kosketukseen vähemmän liukoisia fosfaatteja sisältävän väliaineen kanssa, joka käsittää fosfaattien poistamisvyöhykkeen (9,21) pinnalle noussutta nestettä.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä t u n n e t t u siitä, että saatetaan vapautuneita fosfaatteja sisältävä hapeton liete kosketukseen vähemmän liukoisia fosfaatteja sisältävän väliaineen kanssa, joka käsittää fosfaattien poistamisvyöhykkeeseen (21) johdetun fosfaateilla rikastuneen lietteen (8,20) nestefaasin.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä t u n n e t t u siitä, että vapautuneita fosfaatteja sisältävää hapetonta lietettä erotetaan (14) fosfaattien poistamisvyöhykkeestä (9), ja palautetaan fosfaattien poistamisvyöhykkeen (9,21) pinnalle nousseeseen nesteeseen.

6. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä t u n n e t t u siitä, että fosfaattien poistamisvyöhykkeen (9,21) sisältöä, sen jälkeen, kun hapettoman lietteen mikro-organismit ovat vapauttaneet fosfaattinsa, jatkuvasti tai jaksottaisesti sekoitetaan liukoisia fosfaatteja sisältävän hapettoman lietteen saattamiseksi sekoittumaan pinnalle nouseeseen nesteeseen, minkä jälkeen lietteen kiinteiden komponenttien annetaan laskeutua niin, että hapettoman lietteen sisältämät liukoiset fosfaatit siirtyvät fosfaattien poistamisvyöhykkeen (9,21) pinnalle nousseeseen nesteeseen.

7. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä t u n n e t t u siitä, että osa fosfaattien poistamisvyöhykkeessä (9,21) pinnalle nousseesta nesteestä erotetaan (26) ja palautetaan (28) fosfaattien poistamisvyöhykkeeseen (21) vapautuneita fosfaat-

teja sisältävän hapettoman lietteen alle (28), jolloin saadaan aikaan vastavirtana tapahtuva liukoisten fosfaattien uuttautuminen hapettomasta lietteestä.

8. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä t u n n e t t u siitä, että johdetaan ainakin osa siitä fosfaateilla rikastuneesta lietteestä (20), jota johdetaan fosfaattien poistamisvyöhykkeeseen (9,21) tässä vyöhykkeessä olevan vapautuneita fosfaatteja sisältävän hapettoman lietteen alle, jolloin saadaan aikaan vastavirtana tapahtuva liukoisten fosfaattien uuttautuminen hapettomasta lietteestä.

9. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä t u n n e t t u siitä, että fosfaattien poistamisvyöhykkeen (9,21) sisältöä sekoitetaan jaksottaisesti johtamalla hapetonta kaasua vapautuneita fosfaatteja sisältävän hapettoman lietteen alapuolelle.

10. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä t u n n e t t u siitä, että osa vapautuneita fosfaatteja sisältävästä hapettomasta lietteestä nostetaan laskeutuneen lietteen yläpuolelle ja annetaan tämän jälkeen laskeutua uudelleen.

11. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että saatetaan vapautuneita fosfaatteja sisältävä hapeton liete kosketukseen pinnalle nousseen nesteen kanssa hapettoman laskeutuneen lietteen nestefaasissa olevien liukoisten fosfaattien siirtämiseksi mainittuun pinnalle nousseeseen nesteeseen tämän nesteen rikastamiseksi fosfaateilla fosfaattien poistamisvyöhykkeen (9,21) yläosassa.

12. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että saatetaan vapautuneita fosfaatteja sisältävä hapeton liete kosketukseen fosfaattien poistamisvyöhykkeeseen (9,21) johdetun, fosfaateilla rikastuneen lietteen kanssa hapettoman lietteen nestefaasissa olevien liukoisten fosfaattien siirtämiseksi fosfaateilla rikastuneen lietteen nestefaasiin pinnalle nousseen nesteen rikastamiseksi fosfaateilla poistamisvyöhykkeen (9,21) yläosassa.

13. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että poistetaan vapautuneita fosfaatteja sisältävää hapetonta lietettä fosfaattien poistamisvyöhykkeestä (9), aktiivilietteenä kierrätetään (13) osa tästä lietteestä ilmastusvyöhykkeeseen (5), ja sekoitetaan toinen osa (14) tästä lietteestä siihen fosfaateilla rikastuneeseen lietteeseen, joka johdetaan fosfaattien poistamisvyöhykkeeseen (9) tämän hapettoman lietteen toisen osan (14) nestefaasissa olevien liukoisten fosfaattien siirtämiseksi fosfaateilla rikastuneen lietteen nestefaasiin fosfaattien poistamisvyöhykkeen (9) yläosassa olevan pinnalle nousseen nesteeseen rikastamiseksi fosfaateilla.

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että 25...75 % poistetusta hapettomasta lietteestä aktiivilietteenä kierrätetään (13) takaisin ilmastusvyöhykkeeseen (5), ja että 75...25 % poistetusta hapettomasta lietteestä sekoitetaan (14) siihen fosfaateilla rikastuneeseen lietteeseen, joka johdetaan fosfaattien poistamisvyöhykkeeseen (9).

15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vähintään 25 % fosfaattien poistamisvyöhykkeessä (9) vapautuneista liukoista fosfaateista poistetaan tästä vyöhykkeestä fosfaateilla rikastuneeseen pinnalle nousevaan nesteeseen (10).

Patentkrav

1. Förfarande för behandling av avfallsvatten, vilket grundar sig på användning av aktivslam, varvid man i en luftningszon (5,16) luftar en blandning som innehåller fosfathaltigt avfallsvattenmaterial samt aktivslam, för att uppnå en reduktion av avfallsmaterialets BSB-värde samt för att bringa de närvarande mikroorganismerna att förbruka fosfater, separerar (6,18) det med fosfater anrikade slammet från blandvätskan så, att man erhåller en väsentligen fosfatfri avgående vätska (7,19), leder (8,20) det med fosfater anrikade slammet att

bilda till ytan uppstigen vätska i fosfatavlägsningszonens övre del (22) samt sedimenterat slam, håller åtminstone en del av detta slam i anaeroba förhållanden tillräckligt länge för att frigöra fosfater till den vätska som stigit till ytan i fosfatavlägsningszonens övre del (22), och som aktivslam till luftningszonen (5,16) returnerar (13,24) åtminstone en del av det anaeroba slammet i fosfatavlägsningszonen (9,21), k ä n n e t e c k n a t därav, att åtminstone en del av det anaeroba slam, som innehåller frigjorda fosfater, bringas i kontakt med ett ur avfallsvattnets behandlingsprocess avskilt medium med lägre innehåll av lösliga fosfater, för att överföra lösliga fosfater ur det anaeroba slammets vätskefas till mediet med lägre innehåll av lösliga fosfater, i avsikt att på ett effektivt sätt med fosfater anrika den vätska som stigit till ytan i fosfatavlägsningszonens övre del (22).

2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att man bringar det anaeroba slammet, som innehåller frigjorda fosfater, i tillräcklig kontakt med ett medium med lägre innehåll av lösliga fosfater så, att högst 75 % av de i fosfatavlägsningszonen (9,21) frigjorda lösliga fosfaterna i form av aktivslam returneras (24,13) från fosfatavlägsningszonen (9,21) till luftningszonen (5,16).

3. Förfarande enligt något av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a t därav, att man bringar det anaeroba slammet, som innehåller frigjorda fosfater, i kontakt med ett medium med lägre innehåll av lösliga fosfater, vilket medium består av vätska som stigit till ytan i fosfatavlägsningszonen (9,21).

4. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att man bringar det anaeroba slammet, som innehåller frigjorda fosfater, i kontakt med ett medium med lägre innehåll av lösliga fosfater, vilket medium utgörs av vätskefasen av till fosfatavlägsningszonen (21) lett slam (8,20) som anrikats med fosfater.

5. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att man från fosfatavlägsningszonen (9) avskiljer (14)

anaeroobt slam, som innehåller frigjorda fosfater, vilket returneras till den vätska, som stigit till ytan i fosfatavlägsningszonen (9,21).

6. Förfarande enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att innehållet i fosfatavlägsningszonen (9,21), efter det att det anaeroba slammets mikroorganismer har frigjort sitt fosfat, kontinuerligt eller intermittent omblandas för att bringa det anaeroba slammet, som innehåller lösliga fosfater, att blandas med den vätska som stigit till ytan, varefter man låter slammets fasta komponenter sedimentera, så att de lösliga fosfaterna i det anaeroba slammet övergår till vätskan som stigit till ytan i fosfatavlägsningszonen (9,21).

7. Förfarande enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att man avskiljer (26) en del av den vätska som stigit till ytan i fosfatavskiljningszonen (9,21) och returnerar (28) den till fosfatavskiljningszonen (21) under det anaeroba slammet, som innehåller frigjorda fosfater, varvid man åstadkommer en urlakning motströms av lösliga fosfater ur det anaeroba slammet.

8. Förfarande enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att man leder åtminstone en del av det slam (20), som anrikats med fosfater, och som leds till fosfatavskiljningszonen (9,21) under det i denna zon befintliga anaeroba slammet, som innehåller frigjorda fosfater, varvid man åstadkommer en urlakning motströms av lösliga fosfater ur det anaeroba slammet.

9. Förfarande enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att man intermittent omblandar innehållet i fosfatavskiljningszonen (9,21) genom att man leder syrefri gas under det anaeroba slammet, som innehåller frigjorda fosfater.

10. Förfarande enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att man lyfter en del av det anaeroba slammet, som innehåller frigjorda fosfater, ovanpå det slam som sedimenterats, varefter man låter det sedimentera ånyo.

11. Förfarande enligt något av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a t därav, att man bringar det anaeroba slammet, som innehåller frigjorda fosfater, i kontakt med den vätska som stigit till ytan för att överföra lösliga fosfater i det sedimenterade slammets vätskefas till nämnda till ytan uppstigna vätska för att anrika denna vätska med fosfater i den övre delen av fosfatavskiljningszonen (9,21).

12. Förfarande enligt något av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a t därav, att man bringar det anaeroba slammets vätskefas, som innehåller frigjorda fosfater, i kontakt med det med fosfater anrikade slam som man lett till fosfatavskiljningszonen (9,21), för att överföra lösliga fosfater i det anaeroba slammet till det med fosfater anrikade slammets vätskefas för att med fosfater anrika den vätska som stigit till ytan i fosfatavskiljningszonens (9,21) övre del.

13. Förfarande enligt något av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a t därav, att man ur fosfatavskiljningszonen (9) avskiljer anaerobt slam, som innehåller frigjorda fosfater, returnerar (13) en del av detta slam som aktivslam till luftningszonen (5), och blandar en annan del av detta slam i det med fosfater anrikade slam som leds till fosfatavskiljningszonen (9) för att överföra de lösliga fosfaterna i vätskefasen i denna andra del (14) av det anaeroba slammet till vätskefasen av det med fosfater anrikade slammet för att med fosfater anrika den vätska som stigit till ytan i fosfatavskiljningszonens (9) övre del.

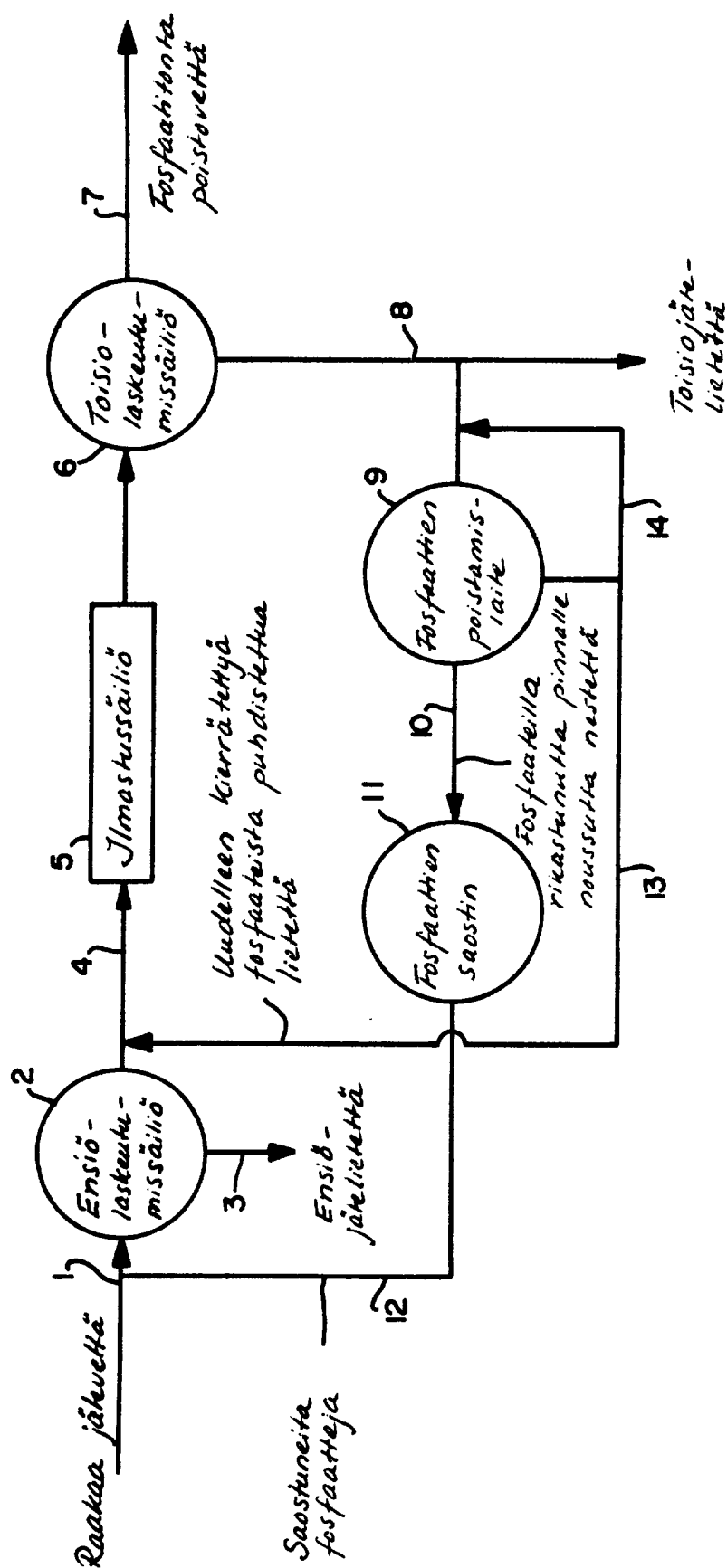
14. Förfarande enligt patentkravet 13, k ä n n e t e c k n a t därav, att man som aktivslam returnerar (13) 25...75 % av det avskilda anaeroba slammet till luftningszonen (5), och att 75...25 % av det avskilda anaeroba slammet blandas (14) i det med fosfater anrikade slam som leds till fosfatavskiljningszonen (9).

15. Förfarande enligt patentkravet 14, k ä n n e t e c k n a t därav, att man ur fosfatavskiljningszonen (9) till den med fosfater anrikade vätska (10) som stigit till ytan avskiljer åtminstone 25 % av de i denna zon frigjorda lösliga fosfaterna.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: USA(US) 3 235 487 (210-6), 3 236 766 (210-6),
3 385 785 (210-6), 3 386 910 (210-5), 3 390 077 (210-6).

F I G. I



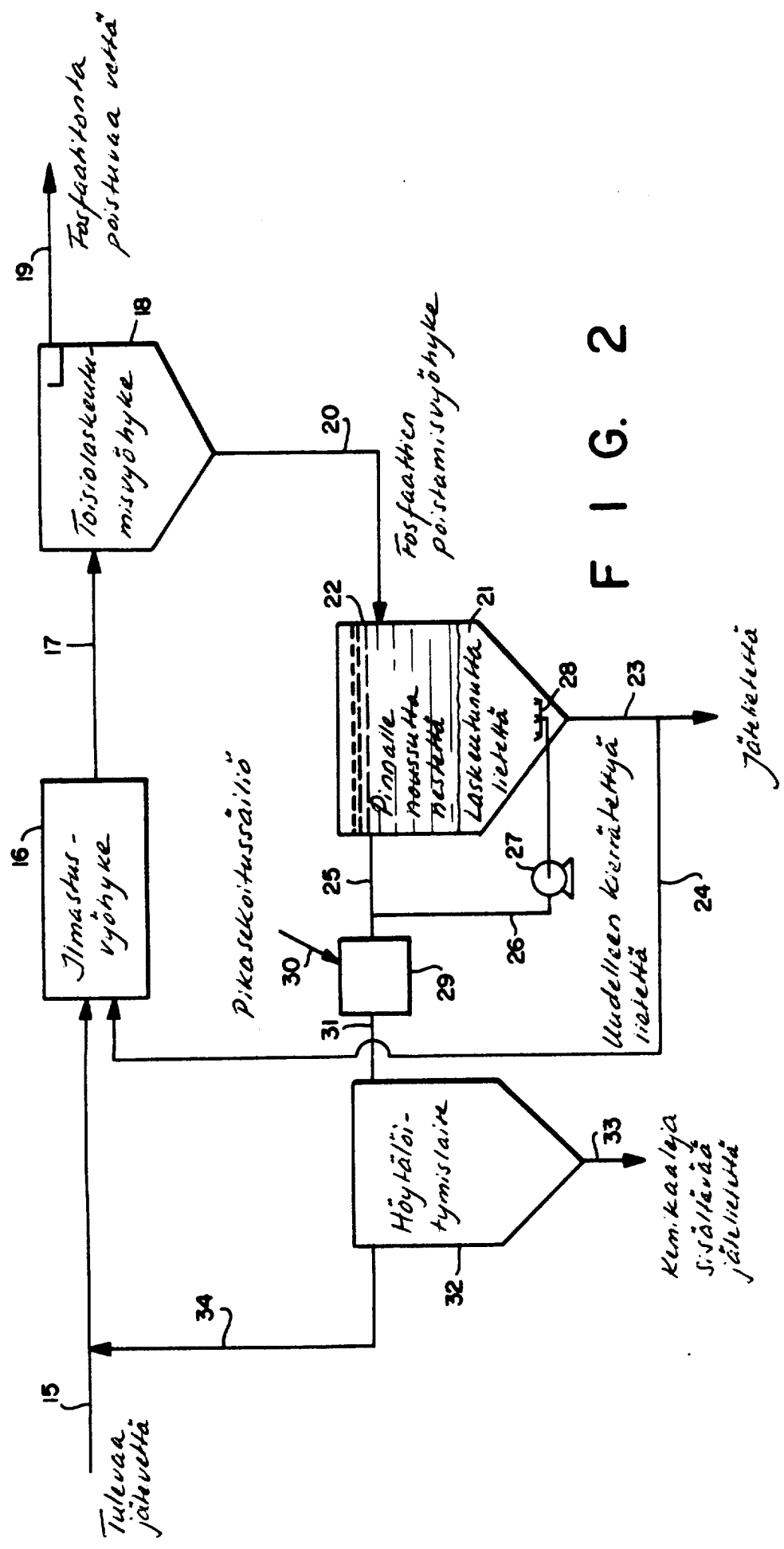


FIG. 2