

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 953601 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **953601**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification (IPC⁶)
C02F 3/30

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **07.02.1994**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **28.07.1995**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **15.08.1995**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

(86) Kansainvälinen hakemus - **07.02.1994** **PCT/CZ1994/000005**
Internationell ansökan - International
application

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet - Priority

15.02.1993 CZ 0202/93 31.01.1994 CZ 0200/94

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 •Mackrle, Svatopluk, Pavlikova 5 602 00 Brno, The Czech Republic, TSHEKIN TASAVALTA, (CZ)

2 •Mackrle, Vladimir, 1. Maje 12 900 44 Tomasov, Slovak Republic, SLOVAKIAN TASAVALTA, (SK)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 •Mackrle, Svatopluk, The Czech Republic, TSHEKIN TASAVALTA, (CZ)

2 •Mackrle, Vladimir, Slovak Republic, SLOVAKIAN TASAVALTA, (SK)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Tampereen Patenttitoimisto Oy, Visiokatu 1, 33720 Tampere

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Menetelmä ja laite jäteveden käsittelymiseksi biologisella aktivoinnilla

Förfarande och anordning för behandling av avfallsvatten med biologisk aktivering

Menetelmä ja laite jätevesien käsittelemiseksi biologisella aktivoinnilla

Tämä keksintö kohdistuu menetelmään jäteveden puhdistamiseksi biologisella aktivoinnilla, jossa jätevesi puhdistetaan aktivointiprosessissa, jonka aikana tapahtuu nitrifikaatio. Keksintö kohdistuu myös laitteistoon menetelmän toteuttamiseksi, joka käsittää samassa säiliössä aktivointitilan ja ylöspäin ulottuvia pitkittäisiä erotustiloja, joista puhdistetun veden poistoyhteet on johdettu pois, jolloin kunkin erotustilan määrää väliseinämät ja päädyt, ja se on yhteydessä aktivointitilaan yhdellä pitkittäisellä sivulla.

Keksinnön tausta

Tehokas pintavesien suojelu, mukaanlukien merten suojelu rehevöitymistä vastaan vaatii äärimmäistä tehokkuutta makrobiogeenien alkua-
neiden, kuten typen ja fosforin poistossa, joiden aineiden läsnäolo jätevedessä on pääsyy rehevöitymisilmiöön. Tämän vuoksi kaikkien jäteveden puhdistusjärjestelmien täytyy ottaa huomioon tämä typen- ja fosforinpoiston vaatimus.

Tähän mennessä tunnetut järjestelmät jäteveden puhdistamiseksi vähentämällä samalla typpipitoisuutta ovat suuntautuneet biologisiin prosesseihin, jotka näyttävät olevan taloudellisimpia. Kaikki mainitut prosessit vaativat ensin hapettuvien typpimuotojen, t.s. ammoniakkitypen ja orgaanisen typen muunnoksen nitrifikaatioprosessien kautta nitraattimuotoon. Tämän jälkeen tapahtuu nitraatin pelkistys denitrifikaatioprosessien kautta kaasumaiseksi typeksi.

Nitrifikaatio vaatii nitrifikaatiobakteerien läsnäolon aktiivilietteessä, mikä vaatii riittävän vanhaa lietettä täydellisen nitrifikaation tapahtuessa 30 päivää vanhalla lietteellä, mikä vastaa lietekuormaa 0,12 kg biologista hapentarvetta viidessä päivässä yhtä kiloa aktiivilietteen kaasuksi saatettavia suspendoituneita kiintoaineita kohti jaettuna päivien lukumäärällä, myöhemmin kutsuttu nimityksellä kg BOD₅/kg VSS.d. Lisäksi nitrifikaatioprosessit vaativat riittävän konsentraation liuennutta happea, yleensä yli 2 mg happea yhtä nestelitraa kohti, kutsuttu myöhemmin nimityksellä 2 mg O₂/l. Tätä seuraava de-

nitrifikaatio etenee, kun liuenneesta hapestä on puutetta nesteessä, jolloin mikro-organismit saavat tarpeellisen hapen nitraatin pelkistykseksi.

- 5 Tekniikan taso tuntee kolme oleellista vaihtoehtoa monimutkaisen biologisen, samanaikaisen nitrifikaation ja denitrifikaation käsittävän vedenpuhdistuksen järjestelmän ratkaisuina.

10 Ensimmäinen vaihtoehto on jaksottainen denitrifikaatio. Tässä ratkaisussa aktivoidun puhdistuksen nitrifikaatio- ja denitrifikaatiovaiheet vaihtelevat jaksottaisesti väliaikaisen ilmastuksen avulla. Tämän ratkaisun haittana on jaksottaisen prosessin vähentynyt tehokkuus verrattuna jaksottaiseen, prosessin monimutkainen säätö ja myös aktiivilietteen suspendoitumisen lakkaaminen ilmastuksen keskeytymisen aikana.

20 Toinen vaihtoehto on esidenitrifikaatio. Tässä ratkaisussa on erillinen denitrifikaatio täydellisesti sekoitetun säiliön muodossa, jolloin ennen ilmastettua aktivointia tuodaan tehokas sekoitus. Esidenitrifikaatioprosessin aikana jätevettä käsitellään yhdessä ilmastetusta aktivoinnista takaisinkierrätetyn aktiiviseoksen kanssa. Esidenitrifikaation haitta on tarve saada aikaan erillinen denitrifikaation aktivointitila, jossa on itsenäinen aktiiviseoksen liikelähde aktiivilietteen suspendoitumisen varmistamiseksi.

25 Denitrifikaatioaktivoinnin tarpeellinen tilavuus riippuu jäteveden laadusta ja prosessiparametreista ja tämän vuoksi se muuttuu ajan ja paikan suhteen. Puhdistuksen pitämiseksi hyvälaatuisena kiinteällä tilavuudella täytyy olla riittävä koko äärimmäistapausta varten, ja siksi se on tavallisesti ylimitoitettu.

30 Toinen haitta on, että osaa denitrifikaatiotilan pinnasta ei käytetä aktiivilietteen erottamiseksi, jolloin käyttämättä jäävä osa on jopa 25 % reaktoripinnasta kunnallisessa jätevedenpuhdistuslaitoksessa.

35 Esimerkki ratkaisusta, jossa on erillinen denitrifikaatiotila ja erillinen ilmastetun aktivoinnin tila, on esitetty esim. patenttijulkaisuissa CA-A 1155976 ja EP-A 0367756. Ensin mainitussa patenttijulkaisussa on

esitetty suoritusmuoto, jossa on yksi keskisesti sijaitseva hapeton vyöhyke ja kaksi aerobista vyöhykettä, jotka sijaitsevat reaktiosäiliön molemmilla päätypuolilla, jolloin kukin aerobinen vyöhyke on jaettu kiinteäseinäisillä jakoelimillä alavirtauksen ilmastusvyöhykkeeseen ja leijupetivyöhykkeeseen, jossa on ylösvirtaus. Tällä ratkaisulla on edellä mainitut kiinteisiin toimintatilavuuksiin liittyvät haitat.

Toisessa mainitussa patenttijulkaisussa on esitetty sisempi denitrifikaatiotila ja ulompi nitrifikaatiotila, ja ratkaisu kohdistuu kierrätysvirtauksen säätöön muuttamalla näiden tilojen välisen väylän poikkileikkausta. Myös tähän kuuluvat kiinteiden toiminnallisten tilavuuksien haitat.

Kolmas tunnettu denitrifikaativaihtoehto biologisen vedenpuhdistuksen aikana on denitrifikaatio sellaisessa kierrätyspiirissä, jossa on hapetuskaivannot ja karusellijärjestelmät. Tässä tapauksessa ilmastus ja jäteveden sekoitus aktiiviseoksen kanssa on sulautettu aktiiviseoksen liikkeen aikaansaamisen kanssa puhdistusjärjestelmässä, yhdessä järjestelmässä mekaanisen ilmastimen muodossa. Aktiiviseoksen virratessa kierrätyspiirin läpi tapahtuu aktiiviseoksen kyllästyminen liuenneella hapella. Tämän johdosta tapahtuu nitrifikaatio, ja biohajoamisen ja nitrifikaation vaatimien hapetusprosessien aikaansaaman asteittaisen hapenkulutuksen kautta aktiiviseoksen happipitoisuus laskee niin, että kierrätyspiirin lopussa denitrifikaatioprosessi tapahtuu hapen puutteessa.

Mainittu denitrifikaation tekninen ratkaisu sisältää monia haittoja. Mekaaninen ilmastus vaatii laakeita matalia säiliöitä, jotka tarvitsevat suurta rakennustilaa. Säiliön pintaa ei käytetä aktiivilietteen erottamiseksi, minkä seurauksena tarvitaan aktivointilaitteen täydentämiseksi itsenäistä erotuslaitteistoa, mikä lisää edelleen tarpeellista rakennusalueen kokoa ja tämän johdosta investointikustannuksia. Itsenäinen sivulinjaerotus pakotetulla uudelleenkierrätyksellä erotetun lietteen laskeutuksen kautta ei ole kovin tehokas ja aiheuttaa aktiiviosassa pienen käyttö- konsentraation. Lietteen pienen kuormituksen tarve 30 päivää vanhalla aktiivilietteellä johtaa aktivointitilan suuriin tilavuuksiin.

Huomattava kierrätyspiirien haitta on myös korkea lieteindeksi aktiivilietteessä johtuen denitrifikaation aikana aktiivilietepartikkeleihin tarttuvien kaasumaisen typen kuplien epätäydellisestä vapautumisesta. Tämä johtaa laitteen kapasiteetin huomattavaan pienenemiseen.

5

Toinen kolmen toiminnon, t.s. ilmastuksen, aktiiviseoksen liikkeen aikaansaamisen ja jäteveden ja aktiiviseoksen sekoittamisen, sulauttamisen haitta on se, että mainittu sulauttaminen aiheuttaa denitrifikaatiotehokkuuden laskemista jätevedessä typpisaasteiden määrän ollessa suurempi, mikä on seurauksena denitrifikaatio-osassa denitrifikaatioprosesseihin tarvittun hiililähteen puutteesta. Riittävän tehokkaan nitrifikaation ja denitrifikaation aikaansaamiseksi on tämän vuoksi välttämätöntä yhdistää mainittu laite ja aktiiviseoksen jaksottainen ilmastus kaikkine jaksottaisen prosessin negatiivisine seurauksineen.

10

15

Yllä mainituissa tunnetuissa denitrifikaatoratkaisuissa on haittoja sekä uusien jäteveden puhdistuslaitosten rakentamista ajatellen, että ajatellen olemassa olevien perinteisten jäteveden puhdistuslaitosten korjausta, jotka eivät enää vastaa rehevöitymisalkuaineiden suhteen kiristyneitä puhdistetun veden laatuvaatimuksia. Kehittyneissä teollisuusmaissa on rakennettu paljon kunnallisia jäteveden puhdistuslaitoksia, joita täytyy jo tehdä tehokkaammiksi tai uudistaa. Nykyään olemassa olevat denitrifikaatoratkaisut eivät ole siihen sopivia, koska ne vaativat joko uuden jäteveden puhdistuslaitoksen rakentamisen tai ainakin huomattavaa uudelleenrakentamista perinteisissä kunnallisissa jäteveden puhdistuslaitoksissa. Tämän johdosta on noussut esiin polttava tarve luoda ratkaisu, joka mahdollistaa nykyään olemassa olevien kunnallisten jäteveden puhdistuslaitosten käytön, jotka samalla täyttäsivät nykyaikaiset ekologiset vaatimukset.

20

25

30

Tämän keksinnön tarkoituksena on poistaa mahdollisimman paljon tunnettujen ratkaisujen epäkohtia ja saada aikaan uusi menetelmä ja laite, joissa toteutuu biologisen aktivoinnin sisältävän jäteveden puhdistuksen oleellinen tehostuminen myös siten, että voidaan käyttää jo olemassa olevia perinteisiä jäteveden puhdistuslaitoksia.

35

Keksinnön yhteenveto

Keksinnön mukaisen menetelmän oleellinen piirre on se, että aktiiviseos saatetaan kierrätykseen kierrätyspiirissä, jolloin ainakin osa kierrätyspiiristä on tarkoitettu denitrifikaatioon ja nitrifikaatioon, joilla on tulppavirtausluonne ja jotka on muodostettu sarjaan järjestetyistä pitkästäisistä virtauskanavista, joihin on järjestetty pneumaattinen ilmastus ilmastuselementeillä, ja että tulppavirtauksen luonteisen osan lopussa puhdistettu vesi otetaan ulos leijupetisuodatuksella ja leijupetisuodatuksessa erottunut, konsentroidun aktiiviseoksen muodossa olevan aktiiviseoksen kanssa sekoittunut liete viedään pakotetun virtauksen aikaansaavilla elimillä ensimmäisen virtauskanavan alkuun, jolloin raakaa jätevettä tuodaan samaan kohtaan ensimmäisen virtauskanavan alkuun.

Ottaen huomioon jäteveden puhdistuksen tehokkuuden, on etu, että samassa ajassa leijupetisuodatuksen kautta kierrätyspiiristä ulos johdetun puhdistetun veden määrä on pienempi kuin kierrätyspiirissä kiertävän aktiiviseoksen määrä.

On edullista, että raa'an jäteveden kanssa sekoitettu aktiiviseos hapetetaan vähitellen ilmastuksella aktiivilietteen samanaikaisessa suspendoinnissa, kunnes liuenneen hapen konsentraatio aktiiviseoksessa on vähintään 2 mg happea yhtä aktiiviseoksen litraa kohti.

Jäteveden puhdistusprosessin ohjausta ajatellen on oleellista, että ilmastus toteutetaan pneumaattisena ilmastuksena vaihtelevalla tehokkuudella ajan ja/tai paikan funktiona kierrätyspiirissä.

Tarvitun aktivointitehon saavuttamiseksi on oleellista, että aktiiviseoksen kierrätystehokkuus on vähintään kaksinkertainen puhdistetun veden tuottoon nähden.

Ajatellen aktivointiseoksen saattamista tulppavirtaukseen on etu, että aktiiviseos saatetaan kierrätyspiiriin raa'an jäteveden syötöllä, joltamalla pois puhdistettua vettä ja erotuksen sakeuttaman aktiiviseoksen pakotetulla syötöllä kierrätyspiiriin erotusprosessin taakse.

Denitrifikaation tehokkuuden lisäämiseksi on merkittävää, että puhdistettu vesi otetaan pois leijupetisuodatuksella jokaisessa kierrätyksessä kierrätettävän aktiiviseoksen hapellisesta osasta.

- 5 Keksinnön mukaisen laitteen oleellinen piirre on, että aina kaksi erotustilaa on järjestetty vierekkäin pitkittäisiltä sivuiltaan, joihin kulkuyhteydet aktivointitilan kanssa on muodostettu, ja mainittujen pitkittäisten seinämien väliin muodostettu pitkittäinen jakokanava 5 on täysin suljettu päätyseinämällä yhdellä sivulla, kun taas vastakkaiselle
- 10 sivulle on järjestetty väylä, jonka avulla se on yhdistetty virtauskanavistoon, jonka kanavat on sivusuunnassa erotettu erotustilasta, ja virtauskanavisto ja ainakin yksi jakokanava 5 muodostavat osan kierrätyspiiristä, jolloin kierrätyspiirin toinen osa muodostuu aktiiviseoksen poistoyhteeseen erotustilasta yhdistetystä
- 15 keräyslaitteistosta, jolloin mainittu keräyslaitteisto on yhdistetty ainakin yhteen pumppulaitteeseen, jonka suuaukko muodostaa kierrätyspiirin alun raakaveden lisäyksen avautuessa joko pumppauslaitteen syöttöalueelle tai sen suuaukon alueelle, ja kierrätyspiiri on varustettu ainakin yhdellä virtauksenestolevyllä.
- 20
- Lietteen pitämiseksi iältään riittävänä ja kierrätysintensiteetin ylläpitämiseksi kierrätyspiirissä on edullista, että keräyslaitteisto on järjestetty lähelle leijupetisuodatuksen erotustilan pohjaa, jolloin kulkuyhteys aktivointitilan kanssa muodostuu ylemmästä aukosta ja alemmasta
- 25 aukosta, jotka kummatkin sijaitsevat erotustilan samalla puolella, jolloin ylempi aukko liittyy erotustilan laajenevaan osaan ja alempi aukko on lähellä sen pohjaa ylemmän aukon ollessa pienempi kuin alempi aukko siten, että se muodostaa vastuksen aktiiviseoksen virtaukselle.
- 30
- Ajatellen reaktorin hydraulisia suhteita ja erotustilan rakenteen yksinkertaisuutta on olennaista, että erotustila on yhdistetty aktivointitilaan väylän kautta, joka on muodostettu katkoksella erotustilan väliseinämässä säiliön pohjassa, kun taas keräysjohto, jossa on tuloyhteydet sakeutetulle aktiiviseokselle, on järjestetty
- 35 erotustilaan lähelle säiliön pohjaa, jolloin keräysjohto on yhdistetty pumppuun, jonka poistoyhde avautuu aktivointitilaan.

Ajatellen jäteveden puhdistuslaitosten rakentamista ja uusimista, on olennaista, että kierrätyspiiri muodostuu ainakin yhdestä perusmodulista, jossa jakokanava 5 muodostuu kahdesta sisemmästä väliseinämästä ja ulommat väliseinämät muodostavat aina yhdessä sisemmän väliseinämän kanssa erotustilan ja yhdessä säiliön ympäryseinämän kanssa tai seuraavan modulin ulkoseinämän kanssa ympärysvirtauskanavan jakokanavan 5 ollessa etupäästään yhdistetty ympärysvirtauskanavaan ja sivultaan erotustilaan.

10 Biologisen puhdistuksen tehokkuutta ajatellen on olennaista, että pumpulla varustettu keräysallas on järjestetty kierrätyspiiriin keräyslaitteiston aktiiviseosta tuovien ulostulojen avautuessa mainittuun altaaseen, ja pumpun poistoyhde avautuu virtauksenestolevyn takana virtauskanavan alussa raakaveden syötön avautuessa keräysaltaaseen.

15 Reaktorien sisärakenteen yhtenäistetyn järjestelmän aikaansaamiseksi on edullista, että lisämoduleita, joiden suoritusmuoto on identtinen, liitetään kohtisuorassa suunnassa perusmoduliin, jolloin perusmoduli on mahdollisesti järjestetty siten, että sen akseli kulkee säiliön keskustan kautta, ja lisämodulit on järjestetty symmetrisesti ja kohtisuoraan perusmoduliin nähden. Edullinen suoritusmuoto on myös sellainen, jossa ainakin yksi lisämoduli on liitetty yhdensuuntaisesti perusmoduliin, jolloin yhdensuuntaisten modulien tällä tavoin muodostettu järjestelmä on symmetrinen säiliön keskustan kautta kulkevan akselin suhteen.

25 Jäteveden puhdistuksen eri prosessien yhteyden ylläpitämiseksi on olennaista, että ilmastuselementit ovat raakajäteveden syöttöalueella järjestetty suuremmin välein kuin kierrätyspiiriin seuraavissa osissa, jolloin leijupetisuodattimeen avautuvan tuloyhteen virtauksen poikkipinta-ala on suurempi kuin 10 % erotustilan pinnan alasta.

30 Denitrifikaatiotapahtuman parannus saavutetaan järjestämällä keräyslaitteistoon ainakin yksi pumppu, edullisesti keskipakopumppu, joka on järjestetty keräysaltaaseen.

Ajatellen suurten kunnallisten jätevedenpuhdistuslaitosten rakennetta on etu, että erotustila leijupetisuodatusta varten on järjestetty kierrä-

tyspiirin jakokanavien koko pituudelle ja leijupetisuodatuksen erotustilaan tuleva aktiiviseoksen tuloyhde ja keräyslaitteisto sakeutetun aktiiviseoksen kuljettamiseksi pois erotustilasta on muodostettu sen koko pituudelle.

5

Kelluvan lietteen tehokkaaksi poistamiseksi on hyvä, että kelluvan lietteen pyydys on järjestetty erotustilan yläosaan, jolloin mainittu pyydys muodostuu kaltevasta katosta, jonka matalampaan päähän on liitetty paineilman syöttö ja jonka ylempi osa on varustettu kelluvan lietteen poistoyhteellä, joka on aktivointitilaan avautuvan air-lift-pumpun muodossa koko katon sijaitessa säiliön pinnan alan alapuolella.

10

Jakokanavan 5 virtauksen vaikutuksen estämiseksi virtauskuvioon erotustilassa on tärkeää, että ainakin yksi virtauksen poikkeutin on järjestetty väylän alueelle aktivointitilan puolelta väliseinämään.

15

Ajatellen nitrifikaation tehokkuutta on edullista, että sekoitin on järjestetty aktivointitilan alkuun ja pumpun poistoyhde avautuu sekoittimeen, johon avautuu raa'an jäteveden syöttö, ja sekoittimen poistoyhde avautuu aktivointitilan seuraavaan osaan.

20

Keräysputkien puhdistusmahdollisuuden kannalta on tärkeää, että pumppuaggregaatti on pumppu, joka on varustettu upotettavalla kaksisuuntaisella sähkömoottorilla.

25

Sähkömoottorin ja pumppuaggregaatin juoksupyörän poiston mahdollisuuden kannalta on edullista, että kaksisuuntainen sähkömoottori ja pumpun juoksupyörä on järjestetty liukuviksi ohjaustankoihin, jotka sijaitsevat pystysuorassa säiliön pohjaa kohti.

30

Ajatellen keräysputkien optimipituutta on tärkeää, että pumppu on liitetty keräysjohdon ainakin kahteen haaraan.

35

Ilman keskeytetyn tai ohjatun syötön mahdollistamiseksi on tärkeää, että ilmastusletkut sijaitsevat aktivointitilassa ja ne on liitetty paineilman syöttöön sulkimen tai säätimen kautta.

Ilman hapen paremmaksi käyttämiseksi on tärkeää, että ilmastusletkut on järjestetty kahteen haaraan, jotka sijaitsevat ympäryskanavan poikkileikkauksen keskenään vastakkaisilla puolilla.

- 5 Keksinnön mukainen menetelmä ja laitteisto edustavat hyvin tehokkaita keinoja luonnon vesivarojen rehevöitymisen estämiseksi. Pääetu on puhdistustehokkuus sekä orgaanisten aineiden poistossa jätevedestä että rehevöitymisalkuaineiden, t.s. typen ja fosforin pitoisuuden vähentämisessä. Monimutkainen jäteveden puhdistus, erityisesti kunnallisten
- 10 jätevesien puhdistus, saadaan täten aikaan aktivointipuhdistuksen yksinkertaisella menetelmällä ilman tarvetta lisätä muita menettelytapoja denitrifikaatiota ja fosfaatin poistoa varten. Tämä yksinkertaistaa huomattavasti monimutkaisen biologisen jätevedenpuhdistuksen reaktorien teknistä ratkaisua.

- 15 Keksinnön mukaisen reaktorin modulijärjestelmä sallii reaktorien modulaarisen kokoonpanon suurella kapasiteettialueella, jolloin suurimmat reaktorit ovat sopivia miljoonien asukkaiden kaupunkikeskittymille. Kun kanavat on muodostettu työntämällä leijupetisuodatuksen erotustilat
- 20 aktivointitilaan, kanavien liitosjärjestelmä yhtenäiseksi kierrätyspiiriksi mahdollistaa maksimaalisen yksinkertaisuuden ja samalla aktivointipuhdistuksen liitännäisprosessien välisten liitosteiden lyhenemisen, mukaanlukien aktiivilietteen erotus minimaalisella hydraulisella vastuksella järjestelmässä. Aktiiviseoksen kierrätysjärjestelmä mahdollistaa myös raakaveden pistesyötön reaktoriin, mikä alentaa raajan jäteveden jakokustannuksia jäteveden puhdistuslaitoksessa.

- 25 Toinen keksinnön mukaisen menetelmän ja laitteen etu on suuri kapasiteetti, joka johtuu reaktorin pinnan alueen maksimaalisesta käytöstä erotusta varten, jolloin reaktori voi toimia suurella aktiivilietteen konsentraatiolla, jonka ansiosta laitteella on lisääntyneet laadulliset ja määrälliset parametrit.

- 30 Keksinnön mukainen menetelmä ja laite mahdollistavat myös nykyään olemassa olevien perinteisten jäteveden puhdistuslaitosten korjauksen, mikä merkitsee oleellista kustannusten säästöä verrattuna uusien jäteveden puhdistuslaitosten rakentamiseen tai vanhojen jäteveden puhdistuslaitosten laajennukseen.
- 35

Piirustusten lyhyt selitys

5 Keksintöä selostetaan nyt lähemmin viittaamalla sen esimerkinluonteisiin suoritusmuotoihin, joita on kuvattu oheisissa piirustuksissa, joissa

kuva 1 on pohjakuvanto aktiiviseoksen kierrätyspiirin perusmodulis-
ta,

10 kuva 2 on modulin pystyleikkaus pitkin kuvan 1 linjaa A-A,
kuva 3 on pystyleikkaus pitkin kuvan 1 linjaa B-B,
kuva 4 on pystyleikkaus pitkin kuvan 1 linjaa C-C,
kuva 5 on aksonometrinen, kuvien 1—4 mukaisen kierrätyspiirin perusmodulin kuvanto,

15 kuva 6 on kelluvan lietteen pyydyksen etukuvanto,
kuva 7 on kuvan 6 linjaa D-D pitkin otettu leikkauskuvanto,
kuva 8 on yläkuvanto reaktorista, jolloin sen suorakulmion muotoinen pohjakuvio syntyy muiden kierrätyspiirimodulien liittämistä kierrätyspiirin perusmoduliin,

20 kuva 9 on reaktorin pystyleikkaus pitkin kuvan 8 linjaa A-A,
kuva 10 on pystyleikkaus pitkin kuvan 8 linjaa B-B,
kuva 11 on pystyleikkaus pitkin kuvan 8 linjaa C-C,
kuva 12 on viistosti otettu kuvanto reaktorin toisesta suoritusmuodosta osittaisleikkauksin, ja
25 kuva 13 on kaavamainen poikittainen leikkaus kuvassa 9 esitetystä suoritusmuodosta.

Suorituseseimerkkien yksityiskohtainen kuvaus

30 Tämän keksinnön mukainen laite käsittää ainakin yhden kierrätyspiirin. Kuhunkin kierrätyspiiriin kuuluu ainakin yksi perusmoduli. Siinä tapauksessa, että laitteessa on enemmän moduleita tai yksi perusmoduli ja muita lisämoduleita, perusmodulin ja lisämoduleiden suoritusmuodot ovat edullisesti identtiset.

35 Kuvien 1—4 mukaisen kierrätyspiirin perusmodulin suoritusmuodossa on suorakulmion muotoisen säiliön tilavuus, jossa on ympäryseinämät 1, esim. betoniseinämät, ja pohja 8, jaettu sisäänntyönnettyjen väliseinämien 2 järjestelmällä toiminnallisiin tiloihin, t.s. tiloihin sekä

biologista aktivointia käyttäviä jäteveden puhdistusprosesseja varten että flokkuloituneen suspension erotusta varten leijupetisuodattimella.

5 Perusmodulin edullisessa suoritusmuodossa vierekkäiset sisemmät väliseinämät 2 rajaavat erotustilat 4, jotka saavat aikaan leijupetisuodattimen, joista kussakin on ympärysvirtauskanava 7, joka kulkee pitkin sen yhtä sivua ja jakokanava 5 pitkin sen toista sivua päätyen päätyyn 6, joka sulkee täysin leijupetisuodatuksen erotustilan 4 ja jakokanavan 5. Erotustiloja 4 on kaksi ja ne liittyvät yhteen pitkittäisiltä sivuiltaan
10 perusmodulissa, jolloin niiden väliin on muodostuu jakokanava 5. Erotustilat 4 ulottuvat oleellisesti perusmodulin koko pituudelle ja ovat yhteydessä oleellisesti koko pituudellaan jakokanavaan 5. Ympärysvirtauskanavat 7 sijaitsevat ulompien väliseinämien 2 ja säiliön ympäryseinämien 1 välissä ja ne ovat erillään erotustiloista 4 pitkin
15 niiden sivuja. Pyydys 29 kelluvalle lietteelle ja keräysrännit 15 puhdistetun veden keräämiseksi sijaitsevat leijupetisuodatuksen erotustilojen 4 yläosassa.

20 Leijupetisuodatuksen erotustila 4 on täysin päätyseinämän 6' sulkema vastakkaisessa päässä, kun taas jakokanava 5 on yhteydessä ympärysvirtauskanavaan 7 väylän 26 kautta. Väylällä 26 on suora-kulmion muoto, jolloin pitempi sivu on pystysuora (kuva 3). Tämä suoritusmuoto on helppo valmistaa ja se on toiminnallisesti tyydyttävä. Väylällä 26 voi olla kuitenkin myös muu muoto, esim. jakokanavan 5
25 poikkileikkaukseen viittaava muoto minimaalisen hydraulisen vastuksen saavuttamiseksi.

30 Voidaan muodostaa myös moduli, jota ei ole esitetty ja joka käsittää vain yhden erotustilan 4. Tässä tapauksessa ympärysvirtauskanava 7 on muodostettu pitkin erotustilan 4 pitempää ja lyhyempää sivua jakokanavan 5 ollessa muodostettu toiselle pidemmälle sivulle. Järjestämällä nämä kaksi ei-esitettyä modulia rinnakkain syntyy edellä mainittu kahden erotustilan 4 perusmoduli.

35 Kelluvan lietteen pyydys 29 (kuvat 6, 7) on upotettu pinnan alle. Se käsittää kaltevan katon, jossa on harja 40 (kuva 7). Katon perusosa on vaakasuora, kun taas perusosaan liitetty harja 40 tai sen kanssa yhden yksikön muodostava harja on kallistettu, jolloin sen poikkileikkaus

muuttuu vähitellen. Harja 40 on suhteellisen pienessä kulmassa vaakatason kanssa. Pyydyksen 29 alempi pää on liitetty syötön 38 kautta erilliseen paineilmalähteeseen, jota ei ole esitetty ja jossa on suhteellisen pientä upotussyvyyttä vastaava ylipaine, mikä merkitsee, että pyydys 29 on ilmastettu. Pyydyksen 29 vastakkaisessa, korkeam-
 5 massa päässä sijaitsee vaahdotetun lietteen poistoyhde, jonka pääosa on air-lift-pumppu 39, joka on edullisesti liitetty samaan paineilmalähteeseen kuin syöttö 38. Air-lift-pumppu 39 voidaan yhdistää myös toiseen erilliseen paineilmalähteeseen (ei esitetty). Air-lift-pumpun 39 pää
 10 on viety sopivaan kohtaan virtauskanavissa 7, 9. Lietteen poisto voi olla jatkuvaa tai jaksottaista, t.s. paineilmalähde tai paineilmalähteet voivat olla aktiivisia pysyvästi tai jaksottaisesti oleellisesti riippuen kellutusnopeudesta. Tätä keksintöä voidaan käyttää myös ilman pyydystä 29, t.s. tapauksessa, jossa erotuksessa ei tapahdu lietteen lisääntyntä
 15 kelluvaksi tuleamista.

Väliseinämät 2 ovat kulman muotoisia erotustilan 4 yläosassa (kuvat 2, 3, 9, 10). Erotustilan 4 alaosa 12 on yhdistetty yläosaan, jolloin
 20 alaosassa 12 olevat väliseinämät 2 ovat edullisesti suorat ja yhdensuuntaiset. Kunkin erotustilan 4 yläosaan on muodostettu ylempi aukko 10 ja alaosaan 12 alempi aukko 11. Molemmat aukot 10, 11 muodostavat kulkuyhteyden jakokanavasta 5 erotustilaan 4 ja ne molemmat ovat erotustilan 4 samalla sivulla. Ylempi aukko 10 liittyy
 25 erotustilan 4 lajenevaan osaan ja muodostaa näin samalla aktiiviseoksen tuloyhteen erotustilaan 4. Mainitulla ylemmällä aukolla 10 on yleensä pienempi sisääntulopoikkileikkaus kuin alemmalla aukolla 11, jolloin ylempi aukko 10 aiheuttaa lisävastuksen jakokanavasta 5 erotustilaan 4 virtaavalle aktiiviseokselle (kuvat 2, 3). Ylempi aukko 10 muodostaa edullisesti raon, joka ulottuu erotustilan
 30 koko pituudelle, mahdollisesti jaksollisen raon tai erilliset, tasaisesti sijoittuneet rakoaukot. Erotustilojen 4 alaosien 12 akseli on edullisesti pystysuora, mutta se voi olla myös vino siten, että erotustilan 4 alaosa 12 etäännyy jakokanavasta 5. Alempi aukko 11 on järjestetty lähelle erotustilan 4 pohjaa, se on toteutettu erotustilan 4 alaosan 12
 35 seinämässä olevina aukkoina ja sen kokonaispoikkileikkaus on suurempi kuin ylemmän aukon 10 kokonaispoikkileikkaus aina sen monikertaan asti. Alempi aukko 11 on tarkoitettu erityisesti aktiiviseoksen vetämiseksi erotustilan 4 alaosaan 12, erotustilan 4 ja

aktivointitilan tasojen tasoittamiseksi ja myös lietteen poistamiseksi toiminnan keskeytyessä.

- 5 Leijupetiin tulevan tuloyhdeaukon 14 koko on suurissa kunnallissa jäteveden puhdistuslaitoksissa, matalaan hydraulisen epätasaisuustekijän arvoon 1,5 asti, vähintään 10 % erotuspinnasta.

- 10 Sakeutetun aktiiviseoksen poistoyhde erotuksesta on yhdistetty ainakin yhteen keräyslaitteistoon, jossa on ainakin yksi pumppauslaite. Edullisen suoritusmuodon mukaan keräyslaitteiston keräysjohdot 13 sijaitsevat lähellä alempien osien 12 pohjaa, jolloin keräyskanavat on liitetty keräysaltaaseen 35, jossa sijaitsee ainakin yksi pumppu, edullisesti keskipakopumppu 36, ja tämä pumppu on myös paikallisen turbulenssin lähde. Pumpun 36 poistoyhde 27 on johdettu
- 15 ympärysvirtauskanavaan 7 virtauksenestolevyn 28 taakse aktiiviseoksen virtaussuunnassa katsoen (kuva 1). Virtauksenestolevy 28 sulkee ympärysvirtauskanavan 7 pään joko kokonaan, mikä on edullinen suoritusmuoto, tai ainakin osittain. On oleellista, että poistoyhde 27 yhdessä raa'an lietteen syötön 22 kanssa aukeaa
- 20 kierrätyspiiriin virtaussuunnassa erotustilojen 4 perään. Näin raa'an veden syöttö 22 voi avautua joko pumppauslaitteen sisäänvirtausalueelle tai pumppauslaitteen poistoyhteen alueelle virtauksenestolevyn 28 taakse. Raakaveden syöttö 22 johdetaan edullisesti keräysaltaaseen 35 (ei esitetty kuvassa 1).

Jakokanava 5 on yhteydessä ylemmän aukon 10 kautta erotustilojen 4 kanssa ja alemman aukon 11 kautta keräysjohdon 13 kanssa (kuvat 1, 8), johon kuuluu ainakin yksi pumppu pumppauslaitteena, esim. air-lift-pumppu (ei esitetty) tai useita air-lift-pumppuja (ei esitetty), mahdollisesti mainittu keräysaltaassa 35 sijaitseva keskipakopumppu 36 (kuvat 1, 8, 11), kuten edellä on mainittu. Jos käytetään keräysaltaassa 35 sijaitsevaa keskipakopumppua 36, ei käytetä air-lift-pumppua, tai air-lift-pumppu sisällytetään joihinkin keräysjohdon 13 haaroihin vain sekoitustehon lisäämiseksi sakeutuneessa aktiiviseoksessa, joka lähtee poistoyhteestä 27 ja laskeutuu säiliössä olevaan aktiiviseokseen, mahdollisesti keräysaltaaseen 35. Air-lift-pumppu, tai keskipakopumppu 36, jos keruuallas 35 kuuluu mukaan, avautuu poistoyhteellään 27 ympärys- virtauskanavaan 7 virtauksenestolevyn 28 taakse (kuva 1). Keski- pakopumpun 36 tilalla voi olla myös air-lift-pumppu. Molemmat tyypiset pumput voivat sijaita joko keräysaltaassa 35 tai keräysaltaan 35 ulkopuolella, mutta joka tapauksessa pumppu on keräysaltaan 35 ulostulon osa liittyen näin keräysaltaaseen 35.

Tämän keskinäisen, ympärysvirtauskanavan 7, jakokanavan 5 ja erotustilojen 4 välisen yhteyden ja keräyslaitteiston keräysjohdon 13 ja keräysaltaan 35 avulla ympärysvirtauskanavaan 7 poistoyhteen 27 kautta tehdyn paluukytken kautta muodostuu aktiiviseoksen kierrätyspiiri, jossa aktiiviseos virtaa tulppavirtauksena. Ympärysvirtauskanava 7 on koko pituudella väliseinämän 2 erotustiloista 4 kokonaan erottama.

Ilmastuselementit 3 on sijoitettu lähelle pohjaa ympärysvirtauskanavassa 7 ja jakokanavassa 5, edullisesti vaihtelevin välein siten, että kierrätyspiirin eri osuuksilla on eri ilmastustehot. Edullisen suoritusmuodon mukaisesti ilmastuselementit 3 sijaitsevat raa'an lietteen syöttöalueella niin, että ne sijaitsevat pidemmin välein toisistaan kuin kierrätyspiirin seuraavissa osissa.

On mahdollista sijoittaa ilmastuselementit 3 myös yhtä suurin välein, mutta eroavin ilmastustehoin kierrätyspiirin eri kohdissa, ja keksinnön mukaista laitetta voidaan näin sopeuttaa eri olosuhteisiin. On myös

mahdollista käyttää ilmastuselementtejä ajan suhteen vaihtelevalla ilmastusteholla.

Edellä mainittu virtauksenestolevy 28 sijaitsee
 5 ympärysvirtauskanavassa 7 sen päätyseinämän 6' puolella, jossa on
 väylä 26 jakokanavaan 5. Raakaveden syöttö 22 johtaa mainitun levyn
 28 taakse yhdessä air-lift-pumpun tai air-lift-pumppujen (ei esitetty),
 mahdollisesti keskipakopumpun 36 poistoyhteen 27 kanssa.
 10 Ympärysvirtauskanavalla 7 on sen pitkin erotustiloja 4 sijaitsevilla
 pitkittäisissä osissa kapean käytävän muoto, jolloin sen poikkileikkaus
 muodostuu erotustilan 4 muodon vaikutuksesta. Yleensä
 ympärysvirtauskanava 7 laajenee ensin alaspäin (kuva 2), ja alaosassa
 sen seinämät ovat pystyt ja yhdensuuntaiset. Jos käytetään erotustilan
 4 muuta muotoa, kehänsuuntaisen virtauskanavan 7 seinät voivat olla
 15 esim. kulman muotoisia ja yhdensuuntaisia tai kulman muotoisia ja
 erisuuntaisia.

Kierrätyspiirin selostetun perusmodulin toiminta ja menetelmä jäteve-
 den puhdistamiseksi biologisella aktivoinnilla, jossa on dynaaminen
 20 nitrifikaatio ja denitrifikaatio, on seuraava:

Aktiiviseos kiertää kierrätyspiirissä tulppavirtauksena ja sitä hapetetaan
 jatkuvasti ilman avulla tapahtuvalla ilmastuksella, joka samalla huolehtii
 aktiivilietteen suspendoitumisesta. Kaikki aktiiviseoksen yksittäiset par-
 25 tikkelit liikkuvat kierrätyspiirissä niin, että sen nopeuden ainakin yksi
 vektorikomponentti on kierrätyspiirin aktiiviseoksen virtauksen pää-
 suunnassa. On edullista, että ilmastuselementin 3 toiminnan kautta
 yksittäiset partikkelit liikkuvat myös tasossa, joka on kohtisuora kierrä-
 tyspiirin kulkusuuntaan ja suorittavat esim. kierukkamaista liikettä. Kor-
 30 kean aktiivilietteen pitoisuuden saavuttamiseksi kierrätyspiirissä aktiivi-
 seokselle suoritetaan leijupetisuodatus kunkin kierroksen aikana, jonka
 aikana puhdistettu vesi erotetaan seoksesta erotuksen tapahtuessa
 erotustiloissa 4, jotka käytännössä kattavat ympäryseinämällä 1
 varustetun säiliön koko pinnan. Leijupetisuodatuksen avulla erotettu
 35 puhdistettu vesi otetaan pois keräysrännellä 15, ja sen määrä on aina
 pienempi kuin samalla ajanjaksolla kierrätyspiirissä kiertävän
 aktiiviseoksen määrä. On edullista, että puhdistettu vesi otetaan pois
 leijupetisuodatuksella vain osasta kiertävää aktiiviseosta, jolloin on

5 mahdollista saavuttaa suuri kierrätystehokkuus ja suuri denitrifikaatioaste. Tämä saavutetaan esimerkinluonteisen suoritusmuodon mukaisesti vetämällä aktiiviseosta jakokanavasta 5 keräyslaitteiston alueelle alemman aukon 11 kautta erotustilan 4 pohjan lähellä.

10 Kierrätys suoritetaan raa'an jäteveden syötöllä, pumppaamalla sakeutettua aktiiviseosta leijupetisuodattimesta takaisin kierrätyspiiriin virtauksenestolevyn 28 taakse ja johtamalla puhdistettua vettä pois keräysrännien 15 kautta. Aktiiviseos saadaan täten kierrätyspiirissä tulppavirtauksen luonteiseksi. Raaka jätevesi sekoitetaan kierrätyspiiriin, edullisesti virtauksenestolevyn 28 taakse tai keräysaltaaseen 35. Tämä aiheuttaa hapenpuutosta aktiivilietteen partikkelien pinnalla, ja käynnistää denitrifikaatioprosessin. Aktiiviseosta hapetetaan sitten
15 vähitellen ilmastuselementtien 3 vaikutuksesta ilmastamalla ja suspendoimalla samanaikaisesti aktiivilietettä virtauskanavissa 7 tapahtuvan virtauksen aikana, kunnes saavutetaan nitrifikaatioprosesseille tarpeelliset olosuhteet, minkä jälkeen aktiiviseokselle suoritetaan leijupetisuodatus erotustiloissa 4. Raaka jätevesi sekoitetaan sakeutettuun aktiiviseokseen, jonka nitraatti on peräisin typpisaasteen hapetuksesta, esim. keräysaltaassa 35, ja näin kaikki monimutkaisen jätevedenpuhdistuksen prosessit, joissa poistetaan orgaanisia aineita ja typpiaineita, toteutetaan yhden kierron aikana. Aktiiviseos hapetetaan yleensä vähitellen ilmastuksen avulla, kunnes aktiiviseokseen liunneen hapen konsentraatio saavuttaa tai ylittää vähintään tason 2 mg happea yhtä aktiiviseoksen litraa kohti. Täten toteutetaan jäteveden biologisen puhdistuksen optimiprosessi, jollaista nyt kuvataan jäljempänä tarkemmin.

30 Aktiiviseos saapuu leijupetisuodatuksen erotustiloihin 4 ylemmän aukon 10 ja erotustilan 4 laajenevan tilan kautta, ja se tuodaan tuloyhdeaukon 14 kautta alaosaan 12 erotustilan 4 laajenevaan osaan, jossa suoritetaan leijupetisuodatus. Erotustehokkuus leijupetisuodatuksessa riippuu mm. tuloyhdeaukon 14 koosta. Tuloyhdeaukon 14 optimikoko on vähintään 10 % erotuspinnasta suurissa kunnallisissa jäteveden puhdistuslaitoksissa, joissa on matala hydraulinen epätasaisuuskerroin
35 aina arvoon 1,5 asti. Puhdistetun veden erotus aktiivilietteestä suoritetaan leijupetisuodattimessa erotustilassa 4 leijupetisuodatuksella, jolloin aktiivilietteen suspensiosta vapaa vesi

johdetaan pois puhdistusjärjestelmästä keräysrännien 15 kautta. Pyydykseen 29 pysäytetty kelluva liete johdetaan aktivointitilaan, yleensä mielivaltaiseen kohtaan yhdessä virtauskanavista 7, 9. Suodatuksen kautta sakeutettu aktiiviliete vajoaa vastavirtaan tuloyhdeaukon 14 kautta alaosaan 12 keräysjohtoon 13, joka on järjestetty lähelle alaosan 12 pohjaa. Keräyslaitteiston poistoyhde 27, mahdollisesti pumpun puuttuessa itse keräysjohto (-johdot) 13, avautuu keräysaltaaseen 35, josta aktiiviseos pumpataan pois keskipakopumpulla 36, jolloin tämä pumpppu aiheuttaa voimakasta paikallista turbulenssia.

Keskipakopumpun 36 aiheuttama paikallinen turbulenssi on tarpeen kaasumaisten typpikuplien vapauttamiseksi, jotka tarttuvat aktiivilietteen partikkeleihin denitrifikaatioprosessin aikana. Aktiiviseoksen virtaus keräysaltaassa 35 on painovoimatyypistä johtuen säiliössä olevan pinnan ja keräysaltaassa 35 olevan pinnan erosta. Jos paikalliset olosuhteet vaativat, on mahdollista sijoittaa pumpppu myös keräyslaitteistoon, esim. air-lift-pumpppu.

Alempi aukko 11 mahdollistaa myös reaktorin ilmastuksen keskeytyessä aktiivilietteen pääsyn erotustilasta 4 jakokanavaan 5, ja täten välttää ei-toivottu alaosan 12 liettyminen. Alempi aukko 11 varmistaa samalla pinnantasauksen erotuksessa ja aktivoinnissa reaktorin täytön aikana tai lietteen poispuhalluksen aikana, ja tämä sallii reaktorin sisärakenteen paineettoman ratkaisun.

Raakaa jätevettä sekoitetaan kierrätyspiiriin ympärysvirtauskanavassa 7 aktiiviseokseen, joka on sakeutunut leijupetisuodatuksen jälkeen, jolloin mainittu jätevesi aiheuttaa liuenneen hapen pitoisuuden putoussokin aktiiviseoksessa erityisesti aktiivilietteen partikkelien pinnalla, ja se saa aikaan täten hyvät olosuhteet dynaamiselle denitrifikaatiolle. Denitrifikaatioprosessit eivät kuitenkaan vaadi hapettomia olosuhteita aktiiviseoksen koko tilavuudessa, vaan paikallisten hapenpuute-olosuhteiden muodostuminen pinnalla, mahdollisesti aktiivilietepartikkeleiden pinnalla, on täysin riittävää. Ympärysvirtauskanavan kapean käytävän muoto mahdollistaa sen, että myös pieni ilmastusintensiteetti riittää aktiivilietteen suspendoimiseen aktiiviseoksen huomattavan virtausnopeuden aikana. Alhaista

happipitoisuutta aktiiviseoksessa vaativa denitrifikaatiojärjestelmä ei heikkene tämän johdosta.

5 Tulppavirtauksessa käynnissä olevan ilmastuksen aikana tapahtuu saastuttavien aineiden biohajoaminen aktiiviseoksessa hapettumisella ja aktiiviseoksen vähittäinen kyllästyminen hapella typpiyhdisteiden nitrifikaatio-olosuhteisiin asti, jotka tavallisesti saavutetaan arvolla yli 2 mg O₂/l. Liuenneen hapen lisääntynyt pitoisuus näkyy edullisella tavalla myös seuraavan leijupetisuodatuksella tapahtuvan aktiivilietteen erotuksen tehokkuudessa, koska korkeampi happipitoisuus aktiiviseoksessa estää denitrifikaatioprosessit leijupetisuodatuksen aikana. Se estää aktiivilietteen kellumisen erotustilassa 4 ja myös fosforin pääsyn puhdistettuun veteen.

15 Kiertävä aktiiviseos tuo riittävän happipitoisuuden nitrifikaatiovyöhykkeestä peräisin olevia nitraatteja kierrätyspiirin vyöhykkeeseen, jossa on alentunut liuenneen hapen pitoisuus. Tämän jälkeen nitraatit pelkistyvät kaasumaiseksi typeksi mainitussa alentuneen happipitoisuuden vyöhykkeessä, ja näin tapahtuu denitrifikaatio. Kaasumaisen typen kuplat, jotka kiinnittyvät aktiivilietteen partikkeleihin denitrifikaation aikana, poistuvat aktiiviseoksen kierrätyksessä kierrätyspiirissä liikkeen syötössä korkealla paikallisella turbulenssi-intensiteetillä, esim. keskipakopumpun 36 avulla. Intensiivisiä paikallisia turbulensseja aiheuttava virtausvoimaa voidaan edullisesti käyttää kiertävän aktiiviseoksen sekoittamiseksi puhdistettavan jäteveden kanssa, jolloin kiertävään aktiiviseokseen sekoitettu raaka jätevesi aiheuttaa liuenneen hapen pitoisuuden alenemisen ohella myös denitrifikaatioprosesseihin tarpeellisen hiilen syötön.

30 Aktiiviseoksen kierrätyspiirin kuvatus dynaamisen jäteveden denitrifikaation tehokkuus vuoroteltaessa nitrifikaatiota ja denitrifikaatiota jaksottaisesti riippuu aktiiviseoksen kierrätysintensiteetistä seuraavan kaavan mukaan.

$$\tau [\%] = \frac{1}{n+1} \times 100,$$

35

jossa

τ = denitrifikaation tehokkuus annettuna prosentteina

n = kierrätyspiirissä yhden poikkileikkauksen läpi virtaavan vesimäärän suhde aikayksikössä samassa aikayksikössä sisään tuodun ra'an jäteveden määrään.

5

Tämä suhde edustaa kierrätyspiirin kierrätysintensiteettiä. Esim. nitraattien pelkistyksen 75 % tehokkuuteen pääsemiseksi edellä mainitun kaavan mukaan tarvitaan kolminkertaista kierrätysintensiteettiä verrattuna puhdistetun raakaveden määrään. Kuvattu biologisen jäteveden puhdistuksen prosessi on tavallisesti tehokas, kun aktiiviseoksen kierrätyksen intensiteetti on välillä 2—6 kertaa puhdistetun veden määrä. Kierrätysintensiteetti voi olla myös paljon korkeampi hyvin väkevälle jätevedelle, ja tämän johdosta kierrätyspiirin läpi virtaavan veden määrä voi olla tuodun ra'an jäteveden monikerta. Tällöin on myös tarpeellista, että aktiiviseoksen imu alemman aukon kautta keräyslaitteiston tuloyhteeseen on suurempi. Tämä on mahdollista putoavan vastusarvon ansiosta, t.s. ylemmän aukon 10 koon johdosta.

20 Biologisten puhdistusprosessien kokonaisintensiteetti riippuu aktiivilietteen konsentraatiosta puhdistusjärjestelmässä, joka on suoraan riippuvainen erotusintensiteetistä. Tarvittavan denitrifikaatiointensiteetin saavuttamiseen tarpeellinen kierrätyspiirissä tapahtuva aktiiviseoksen kierrätys lisää vaatimuksia erotuskapasiteettia kohtaan.

25

Leijupetisuodatuksen integroitu lisäys aktiiviseoksen kierrätyspiiriin käyttäen täysin hyväksi koko aktivointipintaa erotukseen varmistaa aktiivilietteen suuren konsentraation, mikä puolestaan varmistaa matalan lietekuorman, joka on tarpeen jäteveden typpisaasteiden poiston pääkohteena olevaa nitrifikaatiota varten. Dynaamisen nitrifikaation ja denitrifikaation kuvatun menetelmän tärkeä ominaisuus on myös sen jäteveden fosfaattien poiston suuri tehokkuus fosforin kokonaispoistoarvoon 80 % asti.

30

35 Kuvatun menetelmän mukaan kaikki monimutkaisen biologisen puhdistuksen prosessit, orgaanisten aineiden ja typpiaineiden poisto ja myös fosfaattien poisto suurella tehokkuudella jätevedestä toteutetaan kierrätyspiiriin yhdessä kierrossa.

Menetelmäesimerkki nro 1

5 Kysymyksessä on vuoriston vapaa-ajanviettokeskuksessa olevassa kunnallisessa jäteveden puhdistuslaitoksessa toteutettu keksinnön mukainen menetelmä ja ennen kaikkea tämän menetelmän tulosten dokumentaatio. Jäteveden puhdistuslaitokselle on tyypillistä kausikuormitus maksimiarvojen osuessa talvelle ja kesälle. Hydraulisen kuormituksen huippu on 200 m³ tunnissa, ja kauden ulkopuolisena aikana se on 100 m³. Tällä laitoksella on myös huomattavia poikkeamia ainekuormituksessa maksimiarvojen osuessa kesälle ja talvelle. Seuraava taulukko 1 esittää kauden aikaisen tai kauden ulkopuolisen keskimääräisen saaste- konsentraation.

15 TAULUKKO 1

SAASTE LAJI	KAUSI		EI KAUSI	
	SYÖTTÖ	POISTO	SYÖTTÖ	POISTO
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
BOD ₅	488,0	6,3	116,0	2,6
COD	951,0	28,0	269,0	15,8
SS	606,0	17,0	165,0	9,0
P tot	7,0	0,53	2,6	0,35
N—NH ₄ ⁺	36,0	3,90	8,9	0,48
N—NO ₃	0,17	9,50	0,3	7,0
N—NO ₂	0,01	0,05	0,03	0,03
N org	22,0	2,0	8,0	1,8
N tot	57,0	15,5	17,2	9,3

jossa:

- 20 BOD₅ on biologinen hapenkulutus viidessä päivässä yhtä kiloa haihtuvia suspendoituneita aktiivilietteen kiintoaineita kohti,
- COD kemiallinen hapenkulutus,
- SS on suspendoituneet kiintoaineet,
- P tot on jäteveden fosforin kokonaismäärä,
- 25 N org on orgaanisesti sitoutuneen typen määrä,
- N tot on typen kokonaismäärä.

Menetelmäesimerkki nro 2

5 Kysymyksessä on kuvattu biologinen puhdistusmenetelmä, jota käytetään sian lannan puhdistukseen. Sikalan jätteet ovat esimerkki erityisen saastuneesta jätevedestä, jossa on orgaanisten aineiden, typen ja fosforin pitoisuus, joka ylittää kunnallisten jätevesien konsentraatiot. Jäl-

10

leen esitetään keksinnön mukaisen menetelmän tulosten dokumentaatio.

Taulukossa 2 on esitetty karkeiden komponenttien poiston jälkeen sian lannan syöttöarvot.

TAULUKKO II

15

määrä mg/l	
COD	24170
BOD ₅	7500
SS	9390
N—NH ₄ ⁺	1060
N tot	1640
P tot	1970

20

Käytettiin ilmastuksen säädettyä järjestelmää, nimittäin vähitellen muuttuvaa ilmastusintensiteettiä kierrätyspiirissä, jossa oli keksinnön mukaisesti kontrolloitu ilmastuksen kulku. Poistossa saatiin seuraavat, taulukossa 3 mainitut veden parametrit.

TAULUKKO III

määrä mg/l	
COD	160
BOD ₅	20
SS	5
N—NH ₄ ⁺	20
N tot	30
P tot	3

5

Kuvien 8—11 mukainen suoritusmuoto on modulaarinen perustuen kierrätyspiirin perusmoduliin. Reaktorin kapasiteetin lisäys saavutetaan lisäämällä muita kierrätyspiirimoduleita perusmoduliin.

10

Liitettyjen modulien lukumäärä voi vaihdella, ja niin on mahdollista muodostaa moduleista reaktori, jonka kapasiteetti vastaa tarvetta. Edullinen ratkaisu muodostetaan useiden liitettyjen modulien moniyksikköjärjestelmällä, jossa ei ole toista väliseinää niiden välillä, kuten poikkileikkauksina on esitetty kuvissa 9 ja 10.

15

Tässä esimerkinomaisessa suoritusmuodossa suorakulmainen tankki, jossa on ympärysseinämät 1, on jaettu sisääntyönnettyjen väliseinien 2 järjestelmällä funktionaalisiin tiloihin jäteveden puhdistuksen biologisia aktiiviprosesseja varten ja hiutasmaisen suspension erottamiseksi leijupetisuodatuksella samalla tavalla kuin perusmodulissa kierrätyspiirissä. Erilaista on se, että erotustilat 4 jakavat aktivointitilan jakokanaviin 5 ja uusiin tulovirtauskanaviin 9, jolloin jakokanavat 5 ovat samat kuin yhdessä perusmodulissa, kun taas tulovirtauskanavaa 9 ei ole olemassa yksittäisessä perusmodulissa, ja se muodostuu oleellisesti kahden vastakkaisilla puolilla perusmodulissa olevan ympärysvirtauskanavan 7 avulla. Jakokanavat 5 ja tulovirtauskanavat 9 on suljettu yhdessä päässä päädyillä 6, jotka sulkevat kokonaan erotustilat 4 ja jakokanavat 5. Kuitenkin päädyt 6 keskeytyvät tulovirtauskanavien 9 päässä muodostaen väylät 25, joiden avulla

20

25

5 tulovirtauskanavat 9 on yhdistetty ympärys- virtauskanavaan 7 (kuva 8). Väylillä 25 on sama muoto kuin perusmodulin väylillä. Virtauskanavat, esim. ympärysvirtauskanava 7 ja tulovirtaus- kanava 9, ovat kaikissa suoritusmuodoissa pitkittäissivuiltaan täysin erotetut viereisistä tiloista, erityisesti erotustiloista 4.

10 Virtauskanavia nimitetään tulovirtauskanavaksi 9 ja ympärysvirtauskanavaksi 7 vain järjestelyn selventämiseksi, koska ympärysvirtauskanava 7 on järjestetty pitkin säiliön ympärysseinämää 1 ja aktiiviseos tulee tulo- virtauskanavaan 9 ennen sen joutumista jakokanavaan 5. Nimitys "virtaus" on kuitenkin oleellisempi kummallekin mainituista kanavista, koska molemmat on tarkoitettu aktiiviseoksen tulppavirtausta varten aktiiviseoksen pääsemättä pois näistä virtauskanavista 7, 9 ja myös virtaustilavuuden muuttumatta 15 näissä sarjaan kytketyissä kanavissa.

20 Erotustilat 4 ja tulovirtauskanavat 9 ovat toisissa päissään päätyseinämien 6' hyvin sulkemia. Myös näissä päätyseinissä 6' on keskeytyskohdat, ja ne muodostavat keskeytyskohdissa väylät 26 samalla tavoin kuin edellä mainitussa perusmodulissa, jolloin 25 jakokanavat 5 ovat yhteydessä väylien 26 kautta ympärysvirtauskanavaan 7. Leijupetisuodatuksen erotustilat 4 on yhdistetty jakokanaviin 5 samalla tavalla kuin perusmodulissa. Kierrätyspiirin liitettyjen modulien välillä ei ole ympärysseinämiä - reaktorin esimerkkisuoritusmuodossa on kolme modulia - jolloin lisää- mällä kaksi modulia toisiinsa syntyvät virtauskanavat 9, kuten edellä on mainittu.

30 Kuvien 8—11 suoritusmuodon liitettyihin moduleihin kohtisuorassa olevaa modulia on muunneltu. Toisin kuin kuvien 1—5 mukainen yksittäinen perusmoduli, tällä muunnetulla perusmodulilla ei ole päätyseinämää 6' muodostettua väylää 26, joten jakokanavat 5 ovat suljetut molemmin puolin. Tämän muunnetun perusmodulin (kuva 8) 35 jakokanava 5 ei näin ollen ole kulkuyhteydessä muunnetun perusmodulin ympärys- virtauskanavan 7 kanssa. Lisäksi erotustilat 4 on jaettu kahteen osaan, jolloin niiden väliin on järjestetty keräysallas 35. Tätä varten on käytetty kahta virtauksenestolevyä 28 (kuva 8).

Muunnettu perusmoduli on erotettu liitettyjen modulien järjestelmästä väliseinämällä 34, jolloin muodostuu nuolilla kuvassa 8 merkityt väylät 41. Väylä 41 yhdistää aina muunnetun perusmodulin ympäryskanavan 7 liitettyjen modulien tulovirtauskanavien 9 alkuihin. Liitettyjen modulien ympärysvirtauskanava 7 on yhdistetty yhteyden 30 kautta, esimerkiksi putkien kautta, muunnetun perusmodulin jakokanaviin 5 (kuva 8). Keräysjohtojen 13 poistoyhteet 27 avautuvat keruualtaaseen 35. Tämän keksinnön piirissä on myös se ajatus, että muodostetaan muita yhteysmuunnoksia liitettyjen modulien ja kohtisuoran muunnetun perusmodulin välillä.

Kuvien 8—11 mukaisen reaktion toiminta on oleellisesti identtinen edellä kuvatun kierrätyspiirin perusmodulin toiminnan kanssa. Raakaa jätevettä tuodaan keruualtaaseen 35, josta sakeutetun aktiiviseoksen kanssa sekoitettu jätevesi poistetaan keruualtaan 35 ja väliseinämän 34 väliselle alueelle. Se virtaa edelleen muunnetun perusmodulin (alaosassa kuvassa 8) ympärysvirtauskanavaa 7 kohti. Se virtaa sitten molemmilla puolilla ympärysvirtauskanavan 7 läpi väliseinämään 34 asti ja mainitussa väliseinämässä olevien väylien 41 kautta liitettyjen modulien (kuva 8) tulovirtauskanaviin 9, joista se pääsee ympärysvirtauskanavaan 7, kuten kuvassa 8 yläosassa on esitetty. Aktiiviseos virtaa siitä ulos edelleen ympärysvirtauskanavien 7 kautta pitkin säiliön molempia sivuja. Se kulkeutuu edelleen ympärysvirtauskanavan 7 läpi pitkin muunnettua perusmodulia ja päättyy liitettyjen modulien jakokanaviin 5 väylien 26 kautta ja myös perusmodulin jakokanaviin 5 yhteyden 30 kautta, joka on muodostettu esim. putkilla. Aktiiviseos pääsee jakokanavista 5 erotustiloihin 4, kuten edellä on mainittu. Sakeutettu aktiiviseos tuodaan erotustiloista 4 keräyslaitteistolla, erityisesti keräysjohdolla 13 ja poistoyhteillä 27 keruualtaaseen 35.

Tämän keksinnön mukaisen laitteiston toisella vaihtoehdolla (ei esitetty) on ympyränmuotoinen säiliö, joissa virtauskanavat 9, 7, jakokanava 5 ja erotustilat 4 on järjestetty samoin kuin kuvassa 8 esitettyssä suoritusmuodossa sillä erotuksella, että erotustilojen 4 pituus ja ympärysvirtauskanavien muoto on sovitettu säiliön muotoon. Mainittu suoritusmuoto on sopiva pääasiassa esim. perinteisen tyyppisissä, jo olemassa olevissa ja käytetyissä kunnallisissa jäteveden

puhdistuslaitoksissa yleisten pyöreiden saostusaltaiden korjauksiin niiden laatu- ja määräparametrien lisäämiseksi. Korjaamalla ympyrämuotoisia saostusaltaita tähän asti olemassa olevissa kunnallisissa jäteveden puhdistuslaitoksissa on mahdollista pitää tallella alkuperäinen haravointisilta (ei esitetty) ja käyttää sitä pääsytienä reaktorisäiliön yksittäisiin kohtiin toimintakontrollia varten.

Reaktorien toiminta on samalla oleellisesti identtinen edellä kuvattujen esimerkkireaktorien toiminnan kanssa, erityisesti kuvien 8—11 mukaisen reaktorin toiminnan kanssa.

Kuvissa 12 ja 13 on esitetty keksinnön mukaisen laitteiston toinen vaihtoehto.

Kehän ympärysseinämällä 1 varustetussa suorakulmion muotoisessa säiliössä on sisääntyönnytyillä väliseinämällä 2 ja päätyseinämällä 6 ja 6' luodut kaksi pitkänomaista erotustilaa 4, jotka laajenevat suunnassa ylöspäin. Väliseinämät 2 on edullisesti alaosissaan liitetty säiliön pohjaan ja yläosistaan ei-esityttyyn kannatusrakenteeseen. Erotustilat 4 saavat aikaan säiliössä väliseinämien 2 ja päätyseinämien 6, 6' väliin jakokanavan 5, joka on aktivointitilan osa. Erotustilan 4 päätyseinämä 6 ulottuu ympärysseinämään 1 asti ja saa aikaan näin väliseinämän 28, joka aikaisemman vaihtoehdon mukaisesti erottaa ympärysvirtauskanavan 7. Toinen päätyseinämä 6' ei ainoastaan sulje erotustiloja 4, vaan se erottaa myös jakokanavan 5 ympärysvirtauskanavasta 7. Ympärysvirtauskanava 7 on läpivirtauskanava, ja se ei ole yhteydessä mihinkään muuhun tilaan, paitsi jakokanavaan 5, joka on liitetty siihen.

Vastakkaiseen päätyseinämään 6 on muodostettu tuloyhde 24 jakokanavaan 5. Erotustila 4 on pitkin sen koko pituutta yhdistetty jakokanavaan 5 ja sen ansiosta myös aktivointitilaan yhden ainoan väylän 19 kautta, joka on järjestetty vähintään yhteen väliseinämän 2 katkoon säiliön pohjassa (kuva 13). Väylä 19 voi sijaita joko pitkin sen pituutta ilman keskeytystä tai se voidaan tehdä aukkosarjana erotustilan 4 väliseinämään 2.

Väliseinämillä 2 on poikkileikkaukseltaan edullisesti kaaren muoto (kuva 2). Väliseinämät 2 laajenevat toisistaan ylöspäin ja ne muodostavat näin prismaattisen erotustilan 4 leijupetisuodatusta varten. Väliseinämät 2 ovat samalla pohjassa toisistaan erotettuja, ja niiden väliin on

5 pohjaan järjestetty rei'itetty keruuputkisto 13, joka avautuu pumppausaggregaattiin 25. Erotusseinämä 2 voidaan tehdä sileästä materiaalista tai profiloituneesta materiaalista. On edullista muodostaa profilointi suuntaan ylhäältä pohjaan päin, minkä johdosta väliseinämien 2 pintaan muodostuu matalat ruoteet.

10

Väylän 19 alueella on ainakin yksi virtauksensuuntaaja 20 lisätty väliseinämiin 2 aktivointitilan puolelta, t.s. jakokanavan 5 puolelta. Se on tarkoitettu jakokanavassa 5 tapahtuvan aktiiviseosvirtauksen erottamiseksi erotustilan 4 virtauksesta. Virtauksensuuntaaja 20 on edullisesti

15 kiinnitetty väliseinämään 2 ja se on suunnattu pystysuoraan ja ulottuu oleellisesti väliseinämän 2 koko pituudelle. On mahdollista järjestää pitkin väliseinämän 2 pituutta useita toisiinsa liittyviä virtauksensuuntaajia 20. Virtauksensuuntaaja 20 on järjestetty väliseinämän 2 alaosaan, jolloin sen alareuna sijaitsee väliseinämän 2 alareunan yläpuolella, mutta se ulottuu enintään väliseinämän 2 reunan tasalle. On kuitenkin mahdollista jättää pois tämä virtauksensuuntaaja 20. Käytettäessä virtauksensuuntaajaa 20 se rajoittaa turbulenssin siirtymisen aktivointitilasta erotustilaan. Sen tehokkuus voi olla suurempi profiloituissa väliseinämissä 2 tai myös sileissä erotusseinämissä, jossa profilointi on

20 tehty vain virtauksensuuntaajan 20 kiinnitysalueelle, jossa se on kiinnitetty väliseinämän 2 profiilin ruoteisiin ja ei näin liity tiiviisti erotusseinämään koko liitosalueella. Tällä tavoin pieni osa aktiiviseoksesta virtauksensuuntaajan 20 ja väliseinämän 2 välissä pääsee väylän 19 alueelle, ja se tukee turbulenssin siirtymisen rajoittamista aktivointitilan jakokanavasta 5.

30

Pumppausaggregaatti 41 koostuu pumppurungosta, johon avautuu keräysputkisto 13 ja joka on kiinnitetty säiliön pohjaan, ja liikkuvasta pumppupyörästä, joka on liitetty akselin kautta upotettavaan sähkömoottoriin, joka on edullisesti kaksisuuntainen. Pumppausaggregaatin 41 pyörivät osat on asennettu siten, että ne on

35 mahdollista vetää pois reaktorin pinnan yläpuolelle sen toiminnan aikana.

Pumppausaggregaattiin 41 avautuu toisesta erotustilasta 4 tuleva keräysputkisto, eli pumppausaggregaatti 41 on yhteinen. Jos erotustilat 4 ovat pitkiä, pumppausaggregaatti voidaan edullisesti sijoittaa jakokanavan 5 pituuden keskikohtaan. Tässä tapauksessa pumppausaggregaattiin avautuu molemmista viereisistä erotustiloista 4 neljä keräysputkistoa 13, aina kaksi kummaltakin puolelta. Reaktorin ollessa hyvin pitkä on mahdollista järjestää peräkkäin useita pumppausaggregaatteja keräysputkiston 13 pituuden vähentämiseksi 12 metriin, mikä on keräysjärjestelmän optimipituus.

Pumppausaggregaatin 41 voimayksikkö on sähkömoottori 42. Kannatinrakenteeseen, jota ei ole esitetty, on sijoitettu nostomekanismi (ei esitetty). Kaksisuuntainen sähkömoottori 42 ja pumppausaggregaatin 41 liikkuva pyörä on järjestetty liukuviksi ohjaustankoihin, jotka on järjestetty kohtisuoraan säiliön pohjaa vasten. Tämän nostomekanismin ansiosta on mahdollista vetää pois upotettu kaksisuuntainen sähkömoottori 42 ja pumppausaggregaatin 41 liikkuva pyörä näitä ohjaustankoja pitkin (ei esitetty) tarvitsematta edes tyhjentää säiliötä. Pumppausaggregaatti 41 ja sen voimayksikkö on muunneltu päinvastaista liikettä varten aktiiviseoksen päinvastaista virtausta varten keräysputkistossa 13.

Jakokanavan 5 alkuun ja siten aktivointitilan alkuun on järjestetty sekoitin 46 aktiiviseoksen sekoittamiseksi raa'an jäteveden kanssa. Pumppausaggregaatin 41 poistoyhde 43 on viety väliseinämän 28 taakse ympäryskanavan 7 alussa sekoittimeen 46, johon avautuu myös raa'an jäteveden tuloyhde 22.

Ympäryskanavan 7, jakokanavan 5, erotustilan 4, ja keräysputkiston 13 ja pumppausaggregaatin 41 muodostaman keräysjärjestelmän keskinäinen liittyminen toisiinsa muodostaa sisemmän kierrätyspiiriin. Edellä kuvatusta on seurauksena, että keräysputkistoa 13 voitaisiin myös nimittää takaisinkierätysputkistoksi, koska sen kautta aktiiviseos pääsee takaisin kierrätyspiiriin.

Ympäryskanava 7 ja jakokanava 5 on varustettu ilmastusjärjestelmällä, joka koostuu rivistä rei'itettyjä elastisia ilmastusletkuja 47, jotka on

yhdistetty paineilman yhteiseen jakojärjestelmään 44. Rei'itettyjen elastisten ilmastusletkujen 47 aukot (ei esitetty) ovat edullisesti pieniä tasaisten kuplien luomiseksi ilmastuksella. Jokainen ilmastusletku 47 on varustettu itsenäisellä venttiilillä 45 tai säätimellä (ei esitetty)

5 ilmastusintensiteetin säätämiseksi. Sijoittamalla eri lukumääriä ilmastusletkuja 47 ympäryskanavan 4 ja jakokanavan 5 eri paikkoihin voidaan vaikuttaa ilmastusintensiteettiin puhdistusprosessin tarpeiden mukaan. Muu ilmastusintensiteetin säätely ajan suhteen voidaan saavuttaa asentamalla puhallin (ei esitetty), jossa on muutettava

10 pyörimisnopeus, tai asentamalla suurempi määrä puhaltimia ja käynnistämällä niitä ilmastustarpeiden mukaan. Edullisessa ilmastusletkujen 47 järjestelyssä aktivointitilaan ilmastusletkut 47 sijaitsevat kahtena haarana, joista kumpikin voi sisältää useita ilmastusletkuja 47. Nämä haarat on järjestetty keskenään vastakkaisille

15 puolille ympäryskanavan 7 poikkileikkauksessa, tavallisesti lähelle säiliön pohjaa.

Erotustilan 4 yläosa on varustettu ylivirtauskanavilla 15 selkeytetyn veden poistamiseksi leijupetisuodatuksen jälkeen.

20 Kuvattu kuvien 12 ja 13 mukainen vaihtoehto toimii analogisesti aikaisempien vaihtoehtojen kanssa.

25 Kohteena on integroitu reaktori biologista jäteveden puhdistusta varten, jolloin erotustilat 4 aktiivilietteen suspension erottamiseksi leijupetisuodatuksella on sisäänrakennettu aktivointitilaan. Erotustilat 4 sisäänrakentamalla luodaan kanavisto, jonka kanavat on liitetty toisiinsa sarjaan peräkkäin edellä kuvatulla tavalla.

30 Raaka jätevesi tuodaan tuloputkiston kautta sekoittimeen 46 kehänsuuntaisen kanavan 7 alussa virtaussuunnassa väliseinämän 28 taakse, johon myös pumppausaggregaatti 41 tuo erotustiloista 4 takaisinkierätetyn aktiiviseoksen. Sekoittimessa 46 raaka jätevesi sekoittuu täysin takaisinkierätettyyn aktiiviseokseen. Raaka jätevedessä läsnäolevien orgaanisten aineiden tuonti aktiiviseokseen aiheuttaa liuenneen hapen väliaikaisen laskun, jolloin luodaan

35 hapettomat olosuhteet denitrifikaatioprosesseja varten ympäryskanavan 7 alussa.

Aktiivilietteen suspendointi pidetään yllä tässä aktivoinnin hapettomassa osassa hyvin matalan intensiteetin ilmastuksella, joka riittää suspension pitämiseksi suspendoituneena, mutta
5 denitrifikaatioprosessin hapettomia olosuhteita ei häiritä. Tämän johdosta ilmastusletkujen 47 määrää tässä ympäryskanavan 7 osassa on vähennetty. Suspendoinnin parantamiseksi on mahdollista varustaa tämä ympäryskanavan 7 osa mekaanisella sekoituslähteellä, jota ei ole
10 esitetty ja joka mahdollisesti sallii ilmastuksen jättämisen pois kokonaan tästä aktivoinnin osasta.

Denitrifikaatioprosessin kulkua tarkistetaan mittaamalla aktiiviseoksen parametrejä käyttämällä antureita (ei esitetty), jotka lähettävät impulsseja puhaltimien voimayksiköille. Tällä tavoin vaihdetaan niiden pyörimisnopeutta ja syötetyn ilman määrää. Vähennetyllä ilmastusintensiteetillä laajennetaan ympäryskanavan 4 denitrifikaatiovyöhykettä, jolloin
15 denitrifikaation intensiteetti nousee. Tämä prosessi voidaan automatisoida täysin.

20 Aktiiviseoksen ympäryskanavan 7 läpi tapahtuvan tulppavirtauksen aikana liuenneen hapen pitoisuus paranee vähitellen tämän prosessin ollessa seurauksena parantuneesta ilmastusintensiiteetistä ja biohajoavien aineiden pitoisuuden putoamisesta. Tällä tavoin luodaan hapellinen ympäristö orgaanisten aineiden biohajoamisen aerobeja
25 aktiiviprosesseja varten ja ammoniakkitypen ja orgaanisen typen nitrifikaatiota varten. Jos ilmastusletkut 47 on järjestetty kahteen ympäryskanavan 7 poikkileikkauksen vastakkaisilla puolilla sijaitsevaan haaraan, on mahdollista venttiilien 45 tai ei-esitettyjen säätimien avulla syöttää ilmaa vuorotellen yhteen haaraan ja sitten toiseen haaraan.
30 Syötettäessä ilmaa esim. vasempaan haaraan saa alkunsa poikittainen aktiiviseoksen kiertoliike. Keskeytettäessä ilmansyöttö vasempaan haaraan ja syöttämällä ilmaa oikeaan haaraan saa alkunsa ilman ja aktiiviseoksen vastavirtaus. Hitausvoiman johdosta aktiiviseos jatkaa aikaisempaa poikittaista kiertoliikettä siihen hetkeen asti, kun sen liike
35 pysäytetään virtaavan ilman vaikutuksesta ja se alkaa kääntyä vastakkaiseen suuntaan. Näitä työkiertoja voidaan säännöllisesti toistaa säädön avulla. Näin ilman pysymistä aktiiviseoksessa pidennetään, jolla lisätään hapen siirtoa aktiiviseokseen. Toinen ilman

ja aktiiviseoksen vastavirtauksen vaikutus on aktiivilietteen tehokkaampi suspendoituminen.

- 5 Ilmastuksen intensiteetti jakokanavassa 5 ennen sisäänottoa erotustilaan 4 voidaan järjestää niin, että leijupetisuodattimen kerrokseen tulevan liuenneen hapen pitoisuus erotustilassa 4 varmistaa täysin hapelliset olosuhteet koko erotusprosessin aikana.

- 10 Pieni aktiiviseoksen viipymäaika erotustilassa leijupetisuodatuksen aikana, mikä on pienen erotustapahtumaan varatun tilavuuden seuraus, edesauttaa myös optimaalisia hapellisia olosuhteita erotuksen aikana leijupetisuodatuksella. Tämä on tulos erotustilan 4 prismaattisesta muodosta ja suuresta suodatusnopeudesta leijupetisuodattimessa.

- 15 Kuvattu biologisella aktivoinnilla tapahtuva jäteveden puhdistuksen kulku vaihtelemalla hapellisia ja hapettomia olosuhteita kierrätyspiirissä aiheuttaa fosforin kerääntymisen jätevedestä aktiivilietteeseen. Seuraavan aktiivilieteylimäärän erotuksen aikana erotustilassa tiukat hapelliset olosuhteet estävät kerääntyneen fosforin päinvastaisen vapautumisen
20 takaisin puhdistettuun veteen. Näin voitaisiin saavuttaa suuri biologisen puhdistusprosessin tehokkuus myös, kun kysymyksessä on fosforin poisto jätevedestä. Kirkas vesi otetaan pois poistokanaviin 15 sen kuljettua leijupetisuodattimen läpi.

- 25 Kuten on kuvattu, erotustila 4 on yhdistetty jakokanavaan 5 vain yhden väylän 19 kautta, johon yksi tai useampia virtauksensuuntaajia 20 on järjestetty. Tämä yksinkertainen ratkaisu, jolla on toteutettu aktiiviseoksen tuloyhde erotustilaan 4, on mahdollista aktiiviseoksen tehokkaalla takaisinkierätyksellä kierrätyspiirissä ja sen poistolla erotustilan 4
30 pohjassa keräysputkistolla 13. Aktiiviseoksen kierrätystehokkuus kierrätyspiirissä vaikuttaa samalla denitrifikaatioprosessien tehokkuuteen ensimmäisen vaihtoehdon yhteydessä mainitun kaavan mukaan.

- 35 Leijupedissä suodatusprosessin aikana erotustilassa 4 erottunut aktiiviliete imetään pois erotustilan 4 pohjalta, yhdessä aktiivijakokanavasta 5, t.s. aktiiviprosessista tulevan kiertävän aktiiviseoksen kanssa. Virtauksen intensiteetti erotustilan 4 alaosassa aktiiviseoksen takaisinkierätyksen seurauksena estää häiriöiden siirtymisen

ilmastetusta jakokanavasta 5 erotustilaan 4. Näillä keinoin on varmistettu erotustilassa 4 olevan leijupetisuodattimen stabiilisuus ja suuri erotusteho.

- 5 Aktivointitilan ja erotustilan yhteyden rajoitus yhteen ainoaan väylään 19 säiliön pohjalla yksinkertaistaa huomattavasti erotustilan 4 rakennetta. Se mahdollistaa itsekantavan kuorirakenteen käyttämisen erotustilan 4 rakentamiseen, joka koostuu vain kahdesta elementistä, nimittäin kahdesta erotusseinämästä 3. Nämä seinämät on kiinnitetty suoraan säiliön pohjaan ja toisessa yläpäässään kannatinrakenteeseen, jota ei ole esitetty.

- 15 Useiden keräysputkistojen 13 liitosjärjestelmä yhteen pumppausaggregaattiin 41, mahdollisesti useampien pumppausaggregaattien 41 asentaminen, mahdollistaa keräysputkistojen 13 pituuden pitämisen optimissa myös suuren kapasiteetin omaavissa jäteveden puhdistuslaitoksissa. Näiden erotustilojen pituudet voivat saavuttaa useiden satojen metrien mitat.

- 20 Pumppausaggregaatin kaksisuuntaista käyntiä käytetään keräysputkiston puhdistamiseen toisin päin suunnatulla vesivirtauksella.

Teollinen sovellettavuus

- 25 Tämän keksinnön mukainen menetelmä ja laitteisto sopii sekä uusien jäteveden puhdistuslaitosten rakentamiseen ja tähän asti olemassa olleiden perinteisten, yksittäiset aktivointi- ja laskeutussäiliöt sisältävien jäteveden puhdistuslaitosten korjaukseen, erityisesti suuren kapasiteetin omaavia laitoksia varten.

- 30 Tätä keksintöä voidaan tämän johdosta käyttää mainittujen olemassa olevien jäteveden puhdistuslaitosten yksinkertaiseen korjaamiseen, ja näin voidaan saavuttaa huomattava tehon lisäys, nimittäin lisäämällä niiden kapasiteettia ja puhdistustehokkuutta, mukaanlukien fosforin ja typen poisto.
- 35

Osien luettelo:

	1	ympärysseinä
	2	väliseinä
5	3	ilmastuselementit
	4	erotustila
	5	jakokanava 5
	6	päädyt
	6'	päätyseinä
10	7	ympärysvirtauskanava
	8	pohja
	9	tulovirtauskanava
	10	ylempi aukko
	11	alempi aukko
15	12	erotustilan alaosa
	13	keräysmekanismin keräysjohdot
	14	tuloyhdeaukko
	15	keräysrännit
	22	raakaveden syöttö
20	25	väylä
	26	väylä
	27	poistoyhde
	28	virtauksenestolevy
	29	pyydys
25	30	yhteys
	34	väliseinä
	35	keräysallas - poistoallas
	36	keskipakopumppu
	38	syöttö
30	39	air-lift-pumppu
	40	harja
	41	väylä
	42	sähkömoottori
	43	poistoyhde
35	44	jakojärjestelmä
	45	venttiili
	46	sekoitin
	47	ilmastusletkut

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä jäteveden puhdistamiseksi biologisella aktivoinnilla, jossa jätevesi puhdistetaan biologisesti aktivointiprosessissa, jonka aikana tapahtuu nitrifikaatio ja denitrifikaatio, **tunnettu** siitä, että aktiiviseos saatetaan kierrätykseen kierrätyspiirissä, jolloin ainakin osa kierrätyspiiristä on tarkoitettu denitrifikaatioon ja nitrifikaatioon, joilla on tulppavirtausluonne ja jotka on muodostettu sarjaan järjestetyistä pitkästäisistä virtauskanavista, joihin on järjestetty pneumaattinen ilmastus ilmastuselementeillä, ja että tulppavirtauksen luonteisen osan lopussa puhdistettu vesi otetaan ulos leijupetisuodatuksella ja leijupetisuodatuksessa erottunut, konsentroidun aktiiviseoksen muodossa olevan aktiiviseoksen kanssa sekoittunut liete viedään pakotetun virtauksen aikaansaavilla elimillä ensimmäisen virtauskanavan alkuun, jolloin raakaa jätevettä tuodaan samaan kohtaan ensimmäisen virtauskanavan alkuun.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että samassa ajassa leijupetisuodatuksen kautta kierrätyspiiristä ulos johdetun puhdistetun veden määrä on pienempi kuin kierrätyspiirissä kiertävän aktiiviseoksen määrä.
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että raa'an jäteveden kanssa sekoitettu aktiiviseos hapetetaan vähitellen ilmastuksella aktiivilietteen samanaikaisessa suspendoinnissa, kunnes liuenneen hapen konsentraatio aktiiviseoksessa on vähintään 2 mg hapetta yhtä aktiiviseoksen litraa kohti.
4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että ilmastus toteutetaan pneumaattisena ilmastuksena vaihtelevalla tehokkuudella ajan ja/tai paikan funktiona kierrätyspiirissä.
5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että aktiiviseoksen kierrätystehokkuus on vähintään kaksinkertainen puhdistetun veden tuottoon nähden.
6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että aktiiviseos saatetaan kierrätyspiiriin raa'an jäteveden syötöllä, joh-

tamalla pois puhdistettua vettä ja erotuksen sakeuttaman aktiiviseoksen pakotetulla syötöllä kierrätyspiiriin erotusprosessin taakse.

5 7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että puhdistettu vesi otetaan pois leijupetisuodatuksella jokaisessa kierrätyksessä kierrätettävän aktiiviseoksen osasta.

10 8. Laitteisto patenttivaatimuksen 1 mukaisen menetelmän suorittamiseksi, joka käsittää samassa säiliössä aktivointitilan ja ylöspäin ulottuvia pitkittäisiä erotustiloja (4), joista puhdistetun veden poistoyhteet on johdettu pois, jolloin kunkin erotustilan (4) määrää väliseinämät ja päädyt, ja se on kulkuyhteydessä aktivointitilaan yhdellä pitkittäisellä sivulla, jolloin erotustilojen (4) väliseinämien väliin keskenään ja väliseinämien ja säiliön seinämien väliin muodostuvat
15 erotetut pitkittaiset kanavat, joihin ilmastuselementit (3) on järjestetty, **tunnettu** siitä, että aina kaksi erotustilaa (4) on järjestetty vierekkäin pitkittäisiltä sivuiltaan, joihin kulkuyhteydet aktivointitilan kanssa on muodostettu, ja mainittujen pitkittäisten seinämien väliin muodostettu pitkittäinen jakokanava (5) on täysin suljettu päätyseinämällä yhdellä
20 sivulla, kun taas vastakkaiselle sivulle on järjestetty väylä, jonka avulla se on yhdistetty virtauskanavistoon (9,7), jonka kanavat (9,7) on sivusuunnassa erotettu erotustilasta (4), ja virtauskanavisto (9,7) ja ainakin yksi jakokanava (5) muodostavat osan kierrätyspiiristä, jolloin kierrätyspiiriin toinen osa muodostuu aktiiviseoksen poistoyhteeseen erotustilasta (4) yhdistetystä keräyslaitteistosta, jolloin mainittu keräyslaitteisto on yhdistetty ainakin yhteen pumppulaitteeseen, jonka suuaukko muodostaa kierrätyspiiriin alun raakaveden lisäyksen avautuessa joko pumppauslaitteen syöttöalueelle tai sen suuaukon alueelle, ja kierrätyspiiri on varustettu ainakin yhdellä
25 virtauksenestolevyllä (28).

30 9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että keräyslaitteisto on järjestetty lähelle leijupetisuodatuksen erotustilan (4) pohjaa, jolloin kulkuyhteys aktivointitilan kanssa muodostuu ylemmästä aukosta (10) ja alemmasta aukosta (11), jotka kummatkin sijaitsevat
35 erotustilan samalla puolella, jolloin ylempi aukko (10) liittyy erotustilan (4) laajenevaan osaan ja alempi aukko (11) on lähellä sen pohjaa

ylemmän aukon (10) ollessa pienempi kuin alempi aukko (11) siten, että muodostuu laskeva vastus aktiiviseoksen virtaukselle

10. Patenttivaatimuksen 8 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että
 5 erotustila (4) on yhdistetty aktivointitilaan väylän (19) kautta, joka on muodostettu katkoksella erotustilan väliseinämässä (2) lähellä säiliön pohjaa, kun taas keräysjohto (13), jossa on tuloyhteet sakeutetulle aktiiviseokselle, on järjestetty erotustilaan (4) lähelle säiliön pohjaa, jolloin keräysjohto (13) on yhdistetty pumppuun (41), jonka poistoyhde
 10 avautuu aktivointitilaan.

11. Patenttivaatimuksen 8 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että
 kierrätyspiiri muodostuu ainakin yhdestä perusmodulista, jossa
 15 jakokanava (5) muodostuu kahdesta sisemmästä väliseinämästä (2) ja ulommat väliseinämät (2) muodostavat aina yhdessä sisemmän väliseinämän (2) kanssa erotustilan (4) ja yhdessä säiliön ympäryseinämän (1) kanssa tai seuraavan modulin ulkoseinämän kanssa ympärysvirtauskanavan (7) jakokanavan (5) ollessa
 20 etupäästään yhdistetty ympärysvirtauskanavaan (7) ja sivultaan erotustilaan (4).

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että
 pumpulla (36) varustettu keräysallas (35) on järjestetty kierrätyspiiriin
 25 keräyslaitteiston aktiiviseosta tuovien postoyhteiden (27) avautuessa mainittuun altaaseen (35), ja pumpun (36) poistoyhde (27') avautuu virtauksenestolevyn (28) takana virtauskanavan (7).

13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että
 30 raakaveden syöttö (22) avautuu keräysaltaaseen (35).

14. Patenttivaatimuksen 11 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että
 35 lisämoduleita, joiden suoritusmuoto on identtinen, liitetään kohtisuorassa suunnassa perusmoduliin.

15. Patenttivaatimuksen 11 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että
 perusmoduli on järjestetty siten, että sen akseli kulkee säiliön keskustan kautta, ja lisämodulit on järjestetty symmetrisesti ja kohtisuoraan perusmoduliin nähden.

16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että ainakin yksi lisämoduli on liitetty yhdensuuntaisesti perusmoduliin, jolloin yhdensuuntaisten modulien tällä tavoin muodostettu järjestelmä on symmetrinen säiliön keskustan kautta kulkevan akselin suhteen.

17. Patenttivaatimuksen 8 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että ilmastuselementit (3) ovat raa'an jäteveden syöttöalueella järjestetyt suuremmin välein kuin kierrätyspiirin seuraavissa osissa.

18. Jonkin patenttivaatimuksen 8—17 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että leijupetisuodattimeen avautuvan tuloyhteen (14) virtauksen poikkipinta-ala on suurempi kuin 10 % erotustilan (4) pinnan alasta.

19. Patenttivaatimuksen 8 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että keräyslaitteistoon järjestetään ainakin yksi pumppu, edullisesti keskipakopumppu (36), joka on järjestetty keräysaltaaseen (35).

20. Jonkin patenttivaatimuksen 8—19 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että erotustila (4) leijupetisuodatukselta varten on järjestetty kierrätyspiirin kanavien (5,9) koko pituudelle ja leijupetisuodatuksen erotustilaan (4) tuleva aktiiviseoksen tuloyhde ja keräyslaitteisto sakeutetun aktiiviseoksen kuljettamiseksi pois erotustilasta (4) on muodostettu sen koko pituudelle.

21. Patenttivaatimuksen 8 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että kelluvan lietteen pyydys (29) on järjestetty erotustilan (4) yläosaan, jolloin mainittu pyydys (29) muodostuu kaltevasta katosta, jonka matalampaan päähän on liitetty paineilman syöttö (38) ja jonka ylempi osa on varustettu kelluvan lietteen poistoyhteellä, joka on aktivointitilaan avautuvan air-lift-pumpun (39) muodossa koko katon sijaitessa säiliön pinnan tason alapuolella.

22. Patenttivaatimuksen 10 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että ainakin yksi virtauksen poikkeutin (20) on järjestetty väylän (19) alueelle aktivointitilan puolelta väliseinämään (2).

23. Patenttivaatimuksien 8 ja 22 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että sekoitin (46) on järjestetty aktivointitilan alkuun ja pumpun (41) poistoyhde (43) avautuu sekoittimeen (46), johon avautuu raa'an jäteveden syöttö (22), ja sekoittimen (46) poistoyhde avautuu aktivointitilan seuraavaan osaan.

24. Patenttivaatimuksen 10 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että pumppuaggregaatti (41) on pumppu, joka on varustettu upotettavalla kaksisuuntaisella sähkömoottorilla (42).

25. Patenttivaatimuksen 24 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että kaksisuuntainen sähkömoottori (42) ja pumpun (41) juoksupyörä on järjestetty liukuviksi ohjaustankoihin, jotka sijaitsevat pystysuorassa säiliön pohjaa kohti.

26. Patenttivaatimuksen 24 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että pumppu (41) on liitetty keräysjohdon (13) ainakin kahteen haaraan.

27. Patenttivaatimuksen 10 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että ilmastusletkut (47) sijaitsevat aktivointitilassa ja ne on liitetty paineilman syöttöön sulkimen (45) tai säätimen kautta.

28. Patenttivaatimuksen 27 mukainen laitteisto, **tunnettu** siitä, että ilmastusletkut (47) on järjestetty kahteen haaraan, jotka sijaitsevat ympäryskanavan (7) poikkileikkauksen keskenään vastakkaisilla puolilla.

LA

1/6

FIG. 2

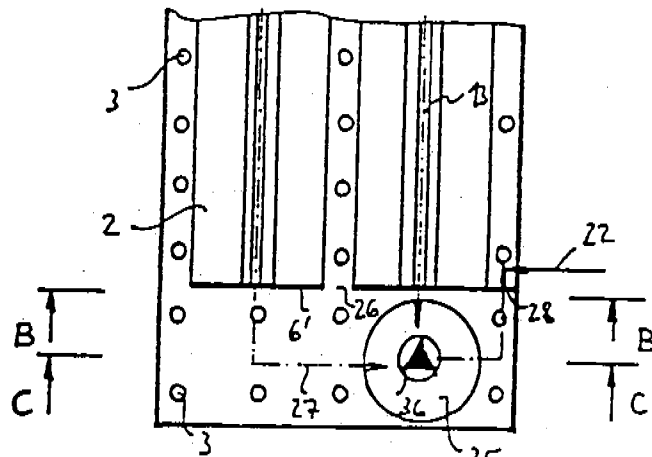
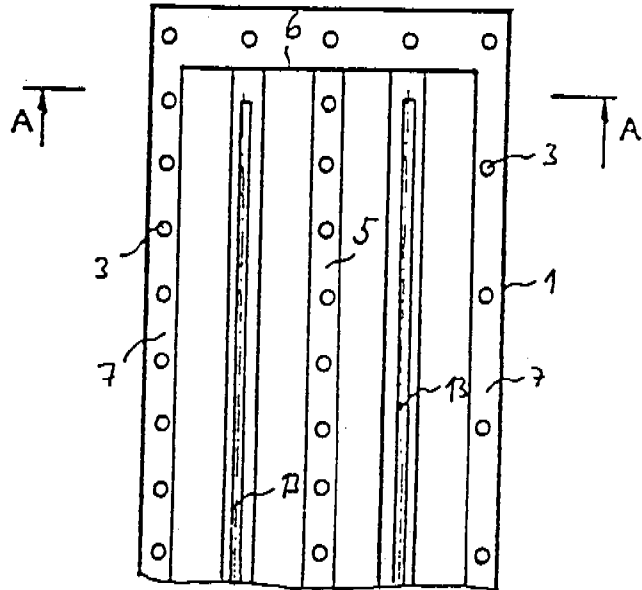
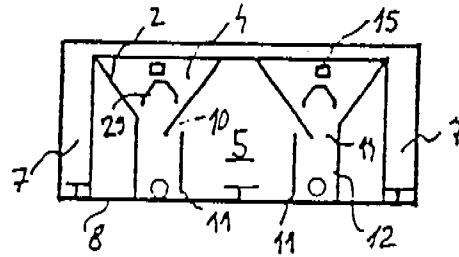


FIG. 1

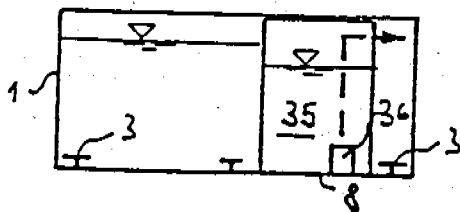


FIG. 4

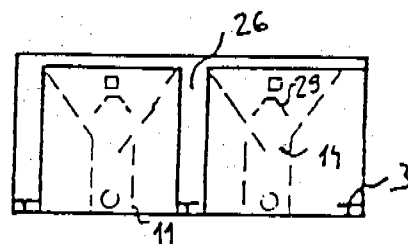


FIG. 3

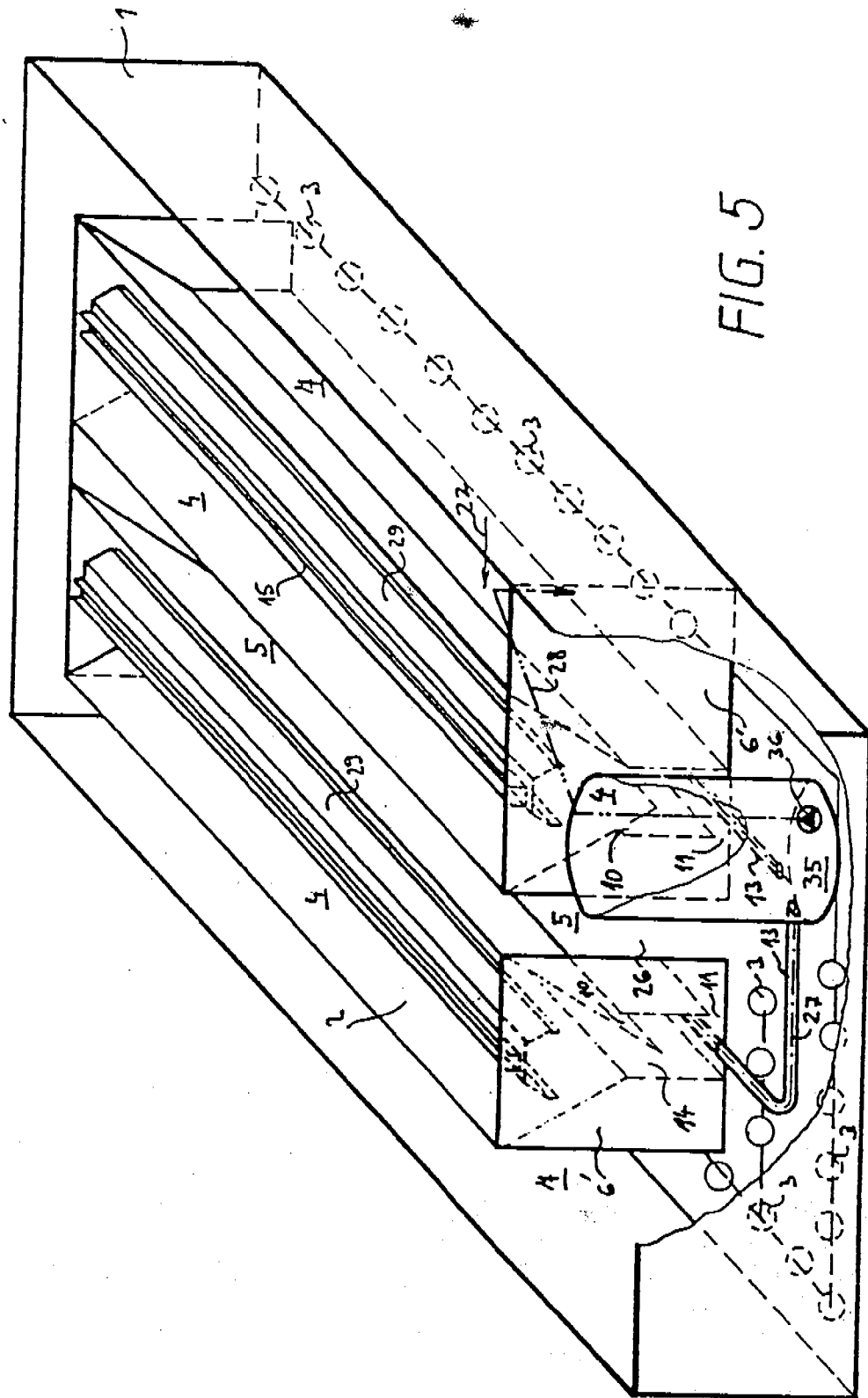
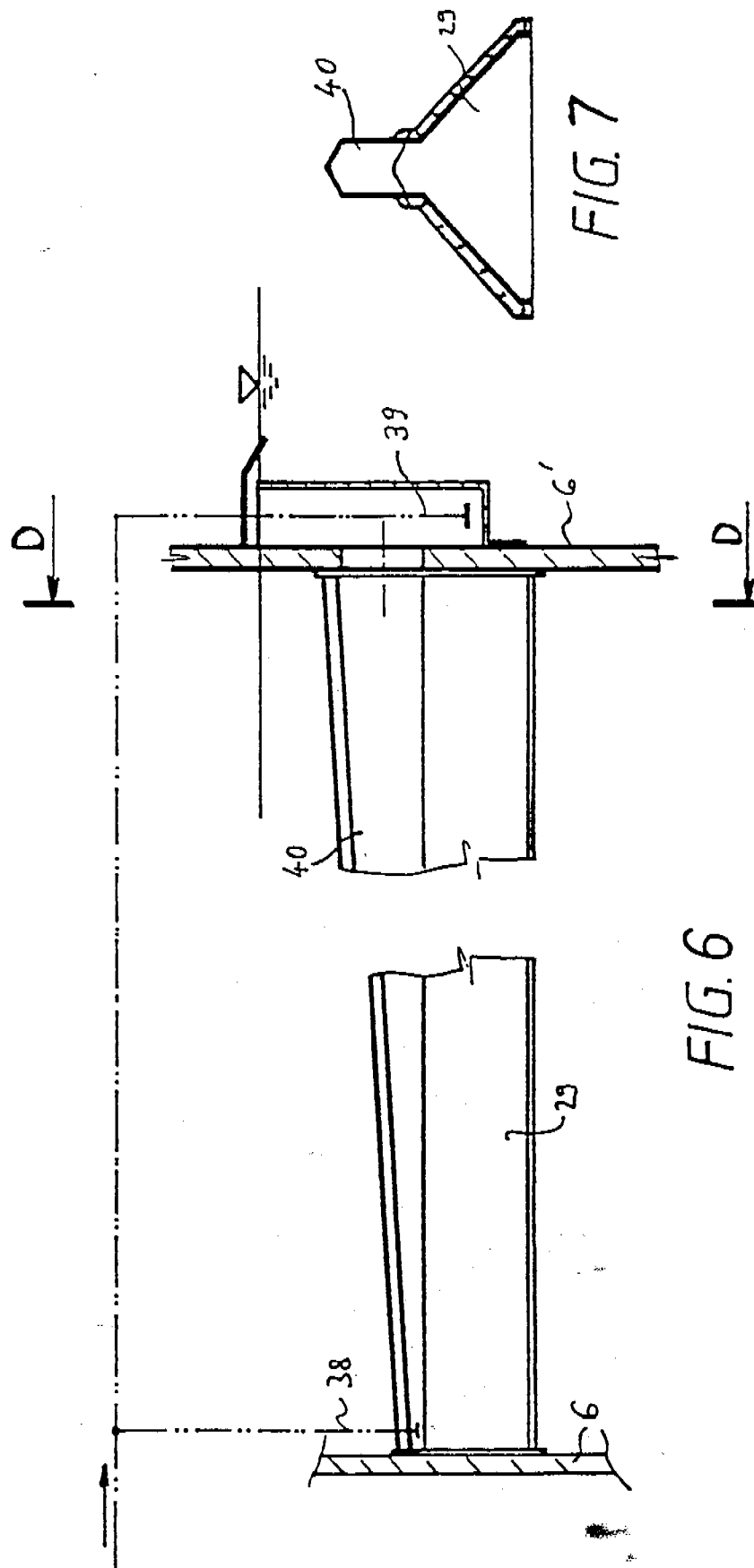


FIG. 5



4/6

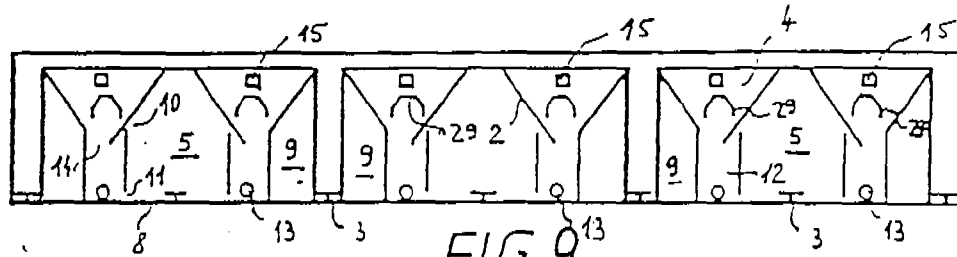


FIG. 9

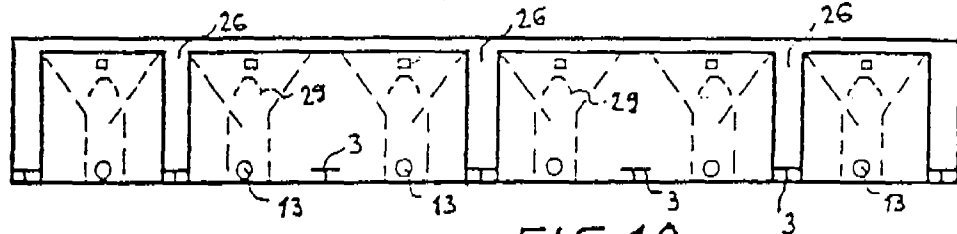


FIG. 10

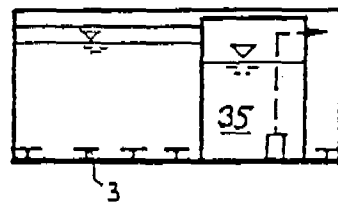


FIG. 11

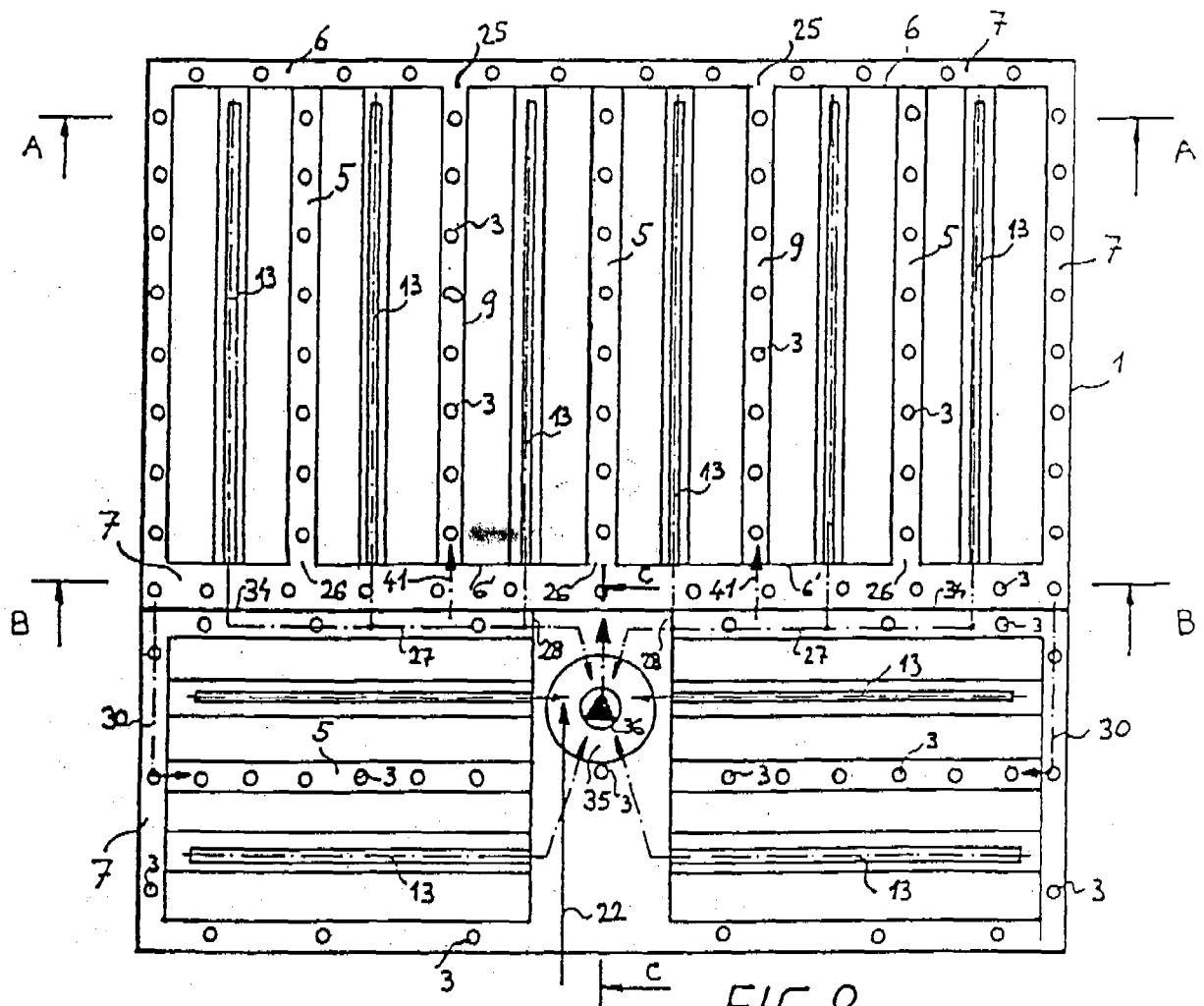


FIG. 8

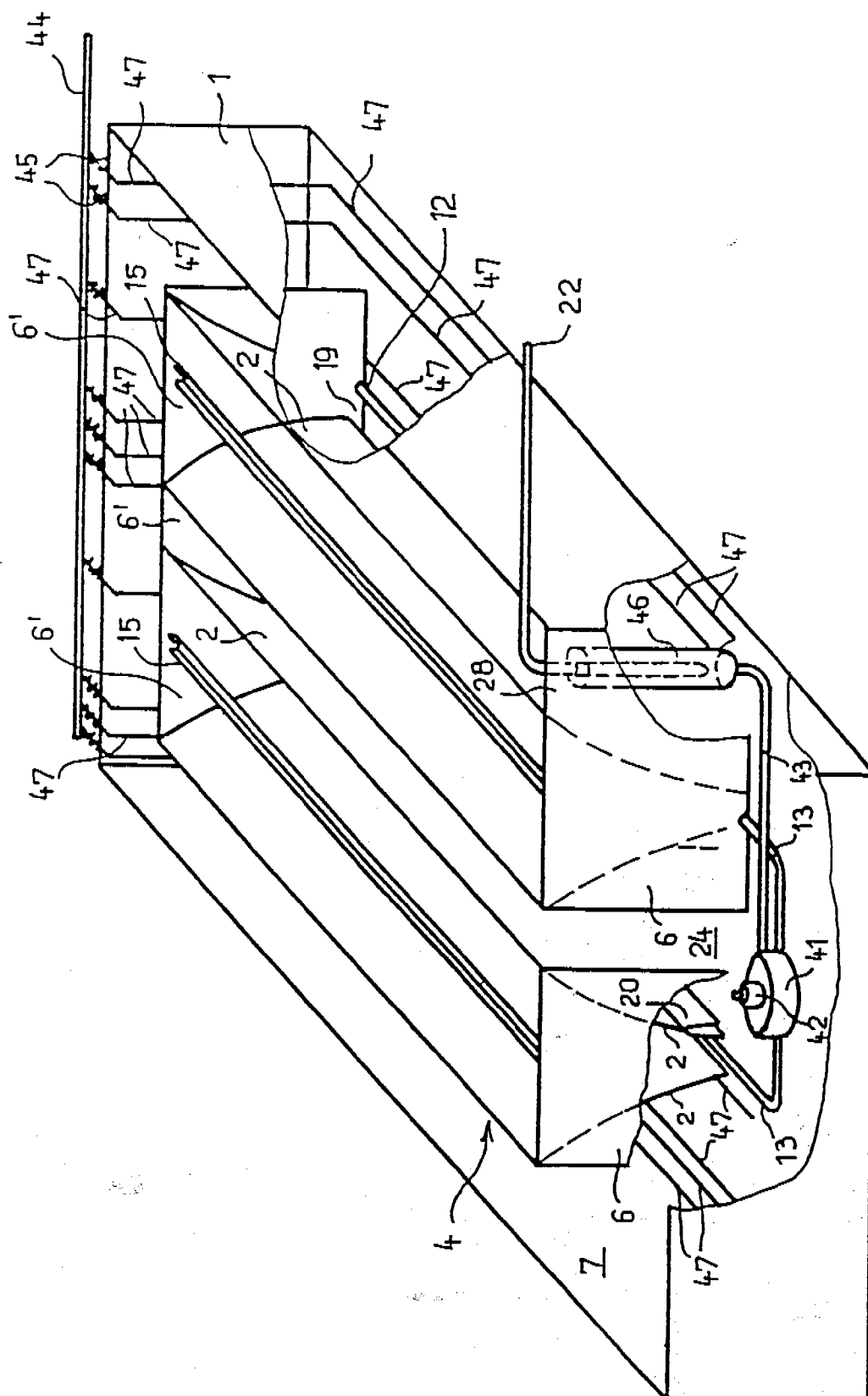


FIG. 12

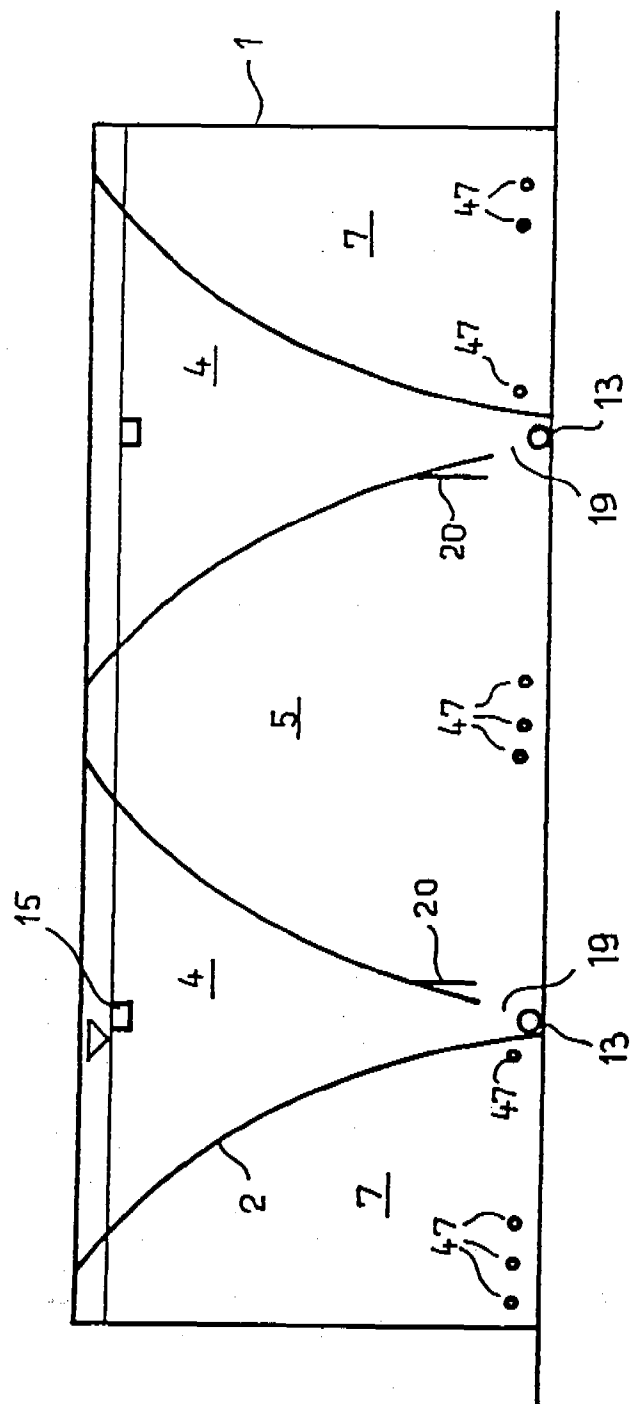


FIG. 13