



C (45) Patentti myönnetty
Patent meddelat 10.03.1989

(51) Kv.lk./Int.Cl.⁴ C 02 F 3/30, 3/12

SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21)	Patenttihakemus – Patentansökning	822489
(22)	Hakemispäivä – Ansökningsdag	13.07.82
(23)	Alkupäivä – Giltighetsdag	13.07.82
(41)	Tullut julkiseksi – Blivit offentlig	14.01.83
(44)	Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. – Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	31.10.88
(86)	Kv. hakemus – Int. ansökan	
(32)(33)(31)	Pyydetty etuoikeus – Begärd prioritet	13.07.81
USA(US)	282674	Toteennäytetty-Styrkt

(71) Air Products and Chemicals Inc., P.O. Box 538, Allentown, Pennsylvania, USA(US)

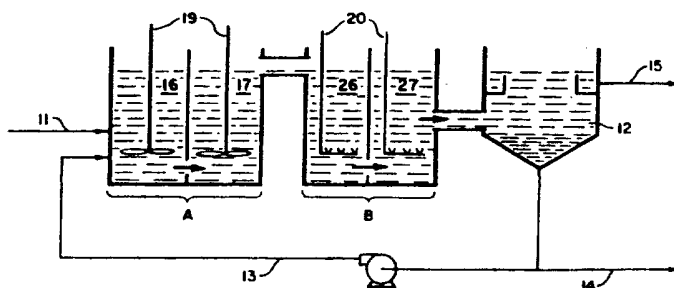
(72) Michael S.K. Chen, Zionsville, Pennsylvania,
Marshall L. Spector, Allentown, Pennsylvania, USA(US)

(74) Oy Kolster Ab

(54) Menetelmä jäteveden käsittelemiseksi aktiivilietemenetelmällä –
Förfarande för behandling av avfallsvatten medelst ett aktiverat
slamförfarande

(57) Tiivistelmä

Keksinnön kohteena on modifioitu aktiivilietemesysteemi, jossa BHK:ta ja fosfaattia sisältävää jätevettä sekoitetaan biomassaa sisältävään kierrätettyyn lietteeseen sellaisissa olosuhteissa, että BHK sorboituu biomassaan, sitten mainittu jätevesi ilmastetaan hapetusvyöhykkeessä, jolloin BHK hapettuu. Liuenneen hapen määrä mainitussa vyöhykkeessä on alle yhden ppm:n. Tällaisella operaatiolla saavutetaan huomattava säästö energiantarpeessa hapen siirrossa sekoitettuun liuokseen, kun kehitetään ja ylläpidetään tiheä, kasautumaton biomassa, joka pystyy tehokkaasti poistamaan fosfaattia sisäänvirtaavasta jätevedestä. Käyttämällä systeemiä suurella virtausnopeudella (F/M), minimoidaan hapentarve BHK:n poistossa.



(57) Sammandrag

Uppfinningen hänför sig till ett modifierat, aktiverat slamsystem, vari BOD och fosfat innehållande avfallsvatten blandas med återcirkulerat slam, som innehåller biomassa, under förhållanden som åstadkommer absorption av BOD i biomassan, varefter avfallsvattnet utsätts för luftning i en oxidationszon under förhållanden som åstadkommer oxidation av BOD. Den nämnda zonen innehåller löst syre i en mängd av under 1 ppm. Medelst en dylik drift uppnås betydande besparingar i energibehovet för syreövergången till den blandade vätskan under utvecklandet och upprätthållandet av en tät, icke hopytttrande biomassa, vilken effektivt förmår avlägsna fosfat från det inkommande avfallsvattnet. Genom drivande av systemet med stor strömningshastighet (F/M) bringas syrebehovet för avlägsnande av BOD till ett minimum.

Menetelmä jäteveden käsittelymiseksi aktiivilietemenetelmällä

Keksintö koskee yleisesti parannuksia kunnallisen viemärivereden ja/tai teollisen jäteveden käsittelyssä aktiivilieteprosessilla. Se koskee erityisesti menetelmän käyttöolosuhteiden kontrollointia selektiivisen biomassatuotannon ja ylläpidon saavuttamiseksi systeemisissä, jossa aktiivinen biomassa ei olennaisesti muodosta säikeitä, niin että saadulla lieteteellä on edulliset selkeytymisominaisuudet ja kyky oleelliseen fosfaatinpoistoon tulevasta jätevedestä. Keksinnön mukaisen systeemin valikoiduissa toimintaolosuhteissa halutut tavoitteet saavutetaan alhaisemmalla hapenkulutuksella BHK-yksikön poistoa kohti kuin tähän asti.

Keksintöön liittyvää tekniikan tasoa on käsitelty laajasti US-patentissa 4 056 465. Esillä oleva keksintö koskee parannuksia mainitussa patentissa kuvattuihin systeemeihin.

Sellaisen biomassan selektiivinen tuotanto, joka pystyy poistamaan fosfaattia ja tuottamaan kasautumattoman lietteen, jolla on nopeat selkiintymisominaisuudet, saadaan aikaan mainitun patentin mukaisesti pitämällä ehdottoman anaerobiset olosuhteet käsittelyn alkuvaiheessa, jolloin sisääntuleva jätevesi ja sekundaarisesta selkeytyksestä tuleva kierrätetty liete sekoitetaan.

Näissä olosuhteissa mikro-organismien pinta-alan haitallinen kasvu estetään, kun oleellisia BHK-määriä sorboidaan sisääntulevasta jätevedestä organismeilla, jotka pystyvät suorittamaan BHK:n poistamisen anaerobisissa olosuhteissa. Alussa olevan anaerobisen vyöhykkeen jälkeen, kuten edellä mainitussa patentissa on kuvattu, voi olla hapetettu aerobinen vyöhyke, jossa alunperin anaerobisesta vyöhykkeestä sorboitu ravinto hapetetaan ja jäljelle jäävä BHK sorboidaan ja hapetetaan. Tämän anaerobisen vaiheen aikana polyfosfaattien hydrolyysissä aiemmin mene-

tetty energia korvataan ja polyfosfaatteja muodostetaan uudelleen ja varastoidaan ilmastettuun biomassaan, näin poistamalla fosfaatti sekoitetusta nesteestä.

5 Jos jätevedestä halutaan myös poistaa typpi, edellä mainitussa patentissa esitetään, että anaerobisen ja hape-
tun aerobisen vyöhykkeen välissä voi olla anoksinen vyö-
hyke.

10 Termi "anaerobinen" määritellään mainitussa paten-
tissa "viemäriveden käsittelyvyöhykkeessä olevaksi tilak-
si, joka on oleellisesti vapaa NO_x^- :sta (s.o. näiden yh-
disteiden pitoisuus on alle 0,3 miljoonasosaa ja edulli-
sesti alle 0,2 miljoonasosaa alkuainetyypeksi laskettuna),
jolloin olosuhteet pidetään sellaisina, että liuenneen
hapen konsentraatio (DO) on alle 0,7 miljoonasosaa ja edul-
15 lisesti alle 0,4 miljoonasosaa".

Termi "anoksinen" määritellään aiemmin mainitussa
patentissa "viemäriveden käsittelyvyöhykkeessä olevaksi
tilaksi, jossa BHK metabolisoidaan nitraateilla ja/tai
nitriiteillä, joiden alkuperäinen kokonaiskonsentraatio
20 on yli 0,5 miljoonasosaa tyypeä ja liuennettua happea on
alle 0,7 miljoonasosaa, edullisesti alle 0,4 miljoonasosaa".

Kuten edellä mainitussa patentissa on kuvattu, riit-
tävän happimäärän varmistamiseksi aerobisessa, hapetus-
sa vyöhykkeessä, halutun BHK-metabolian ja halutun fosfaa-
25 tinoton aikaansaamiseksi, liuenneen hapen pitoisuus (DO)
vyöhykkeessä pitäisi olla yli 1 miljoonasosan ja edulli-
sesti yli 2 miljoonasosan. Useissa patentin suoritusesi-
merkeissä käytetty keskimääräinen DO koko aerobisessa vyö-
hykkeessä on lähes tai yli 6 miljoonasosaa.

30 US-patentin 4 056 465 kuviossa 1 esitetyistä sys-
teemeistä, joissa on aluksi anaerobinen vyöhyke, jota seu-
raa hapetusvyöhyke, käytetään usein nimitystä "A/O"TM-sys-
teemit. Mainitun patentin kuviossa 2 kuvatuista syste-
meistä, joissa on anoksinen vyöhyke anaerobisen ja hapetus-
35 vyöhykkeen välissä, käytetään nimitystä "A/A/O" tai
"A²/O"TM-systeemit.

Nyt on havaittu, että oleellisia säästöjä käyttö-
kustannuksissa voidaan saavuttaa esillä olevan keksinnön
mukaisella systeemillä ja toimintatavalla, jolloin BHK-
poisto on tehokasta ja saadaan tiivis liete, jolla on hy-
vät selkeytymisominaisuudet ja haluttu fosfaatinpoisto
sisääntulevasta jätevesivirrasta. Nämä kustannusten sääs-
töt johtuvat pääasiallisesti alhaisemmasta hapen kulutuk-
sesta ja pienemmästä energian kulutuksesta hapen aineen-
siirrossa kuin joko (1) konventionaalisissa kokonaan aero-
bisissa aktiivilietemenetelmissä, joissa käytetään ilmaa
tai happikaasua tai (2) muissa tunnetuissa systeemeissä,
joissa on yksi tai useampia anaerobisia vaiheita, kuten
US-patentissa 4 056 465.

Tämän systeemin toimintatapa eroaa aiemmin tunne-
tuista siinä, että systeemiä ei sido liuenneen hapen
konsentraatiominimi hapetusvyöhykkeessä, kun taas aiemmis-
sa malleissa vaadittiin vähintään 1 miljoonasosan (1 ppm)
ja edullisesti oleellisesti yli 2 miljoonaosan (2 ppm)
liuenneen hapen konsentraatio tai NO_x^- -ekvivalentti.

Keksinnön mukaisessa menetelmässä

a) muodostetaan sekoitettu neste BHK-sorptiovyöhyk-
keessä sekoittamalla aktivoitua biomassaa liukenevaa
 BHK_5 :tä sisältävään sisäänvirtaavaan jäteveteen, jolloin
sekoitus suoritetaan siten, että vähintään 25 % liukoi-
sesta BHK_5 :stä sorboituu biomassaan sorptiovyöhykkeessä;

b) seuraavassa hapetusvyöhykkeessä sekoitetussa
nesteessä oleva BHK hapetetaan, mukaan lukien ainakin osa
biomassaan sorboidusta BHK:sta, saattamalla sekoitettu
neste kosketukseen hapettimen kanssa siten, että vähin-
tään 30 % sisäänvirtaavan sekoitetun nesteen kokonais-
 BHK_5 :stä hapettuu;

c) näin saatu hapetettu sekoitettu neste selkey-
tetään selkeytysvyöhykkeessä, jolloin saadaan pinnalla
oleva neste ja aktivoitua biomassaa sisältävä tiivis lie-
te; ja

d) kierrätetään ainakin osa tiiviistä lietteestä BHK-sorptiovyöhykkeeseen.

Menetelmälle on tunnusomaista, että liuenneen hapen pitoisuus vaiheen b) hapetusvyöhykkeessä on alle 1 ppm.

Keksinnön mukaisessa systeemissä sisääntuleva jätevesi ja kierrätetty liete sekoitetaan ensin BHK-sorptiovyöhykkeessä liukoisen BHK:n siirtämiseksi sekoitetun nesteen vesifaasista kiinteään lietteeseen.

Sorption jälkeen sekoitettu neste kuljetetaan BHK-hapetusvyöhykkeeseen, jossa ensimmäisessä vyöhykkeessä sorboitu ravinto hapetetaan ja lisää BHK:ta voidaan sorboida ja hapettaa.

Ensimmäisessä BHK-sorptiovyöhykkeessä olosuhteet pidetään sellaisina, että vähintään 25 % ja edullisesti vähintään 50 % sisääntulevan jäteveden liukoisesta BHK₅:stä siirtyy sekoitetun nesteen vesifaasista kiinteään lietteeseen. Ensimmäisessä sorptiovyöhykkeessä olosuhteita kontrolloidaan ylimääräisen BHK-hapettumisen välttämiseksi vyöhykkeessä erityisesti siihen saakka, kun oleellisesti "vakaa tila" on saavutettu. Kun systeemi on saavuttanut "vakaan tilan", korkeampi hapetusprosessi voidaan sallia sorptiovyöhykkeessä ilman, että haluttu biomassa nopeasti huuhtoutuu pois.

Biologinen rasitus, joka johtaa edullisen biomassan valikoitumiseen, ilmenee BHK-sorptiovyöhykkeellä. BHK-hapetusvyöhykkeellä, joka on seuraavana, syntyy energiaa BHK:n metaboliasta hapettumisen tuloksena ja tämä energia käytetään hyväksi biomassan kasvuun ja fosfaatin poistoon nesteestä biomassan sisäosaan. Keksinnön mukaisella BHK-sorptiovyöhykkeessä ylläpidetyissä alkuolosuhteissa selektiivisesti tuotetulla ja lisätyllä edullisella biomassalla on ominaisuus, jota ei tavallisesti ole tavanomaisimmissa aktiivilietesysteemeissä. On nimittäin havaittu, että hapenottonopeus on suhteellisen hidas BHK-hapettumisyöhykkeellä tässä prosessissa verrattuna tavanomaisiin

aktiivilietesysteemeihin.

Hitaan hapenoton ansiosta keksinnön mukaista systeemiä voidaan käyttää kuten suurella nopeudella toimivaa systeemiä pienimmällä mahdollisella hapen kulutuksella poistettua BHK-yksikköä kohti.

Liitteenä olevan piirustuksen ainoa kuvio on kaavamainen ja graafinen sivukuva yksinkertaistetusta keksinnön mukaisesta käyttösyysteemistä.

Liitteenä olevaan piirustukseen viitaten, esitetään modifioitu aktiivilietteen käsittelylaitteisto, monissa suhteissa samanlainen kuin US-patentin 4 056 465 kuviossa 1 kuvattu. Käsiteltävä jätevesi, joka on yleensä, mutta ei välttämättä, selkeytettyä jätevettä ensimmäisestä sedimentointisäiliöstä tai selkeyttimestä (ei kuviossa), tulee aluksi BHK-sorptiovyöhykkeelle A sisääntuloaukon 11 kautta. Sorptiovyöhykkeellä A sisääntuleva jätevesi sekoitetaan kierrätetyn lietteen kanssa, joka on selkeytetty sedimentointisäiliössä tai sekundaarisessa selkeyttimessä 12 ja kierrätetty vyöhykkeelle A linjaa 13 pitkin. Pieni osa selkeytetystä lietteestä poistetaan linjaa 14 pitkin. Puhdistettu pinnalla oleva neste johdetaan linjan 15 kautta vastaanottovirtoihin tai -säiliöihin, tarvittaessa lisäkäsiteltynä.

Kuten kuviossa on esitetty, vyöhyke A on edullisesti jaettu kahteen tai useampaan käsittelyalueeseen nesteen tulppavirtauksen aiheuttamiseksi BHK-sorptiovyöhykkeen A läpi. On havaittu, että käyttämällä fysikaalisesti jaettuja osastoja tai niiden hydraulisia ekvivalentteja, estetään parhaiten säikeiden kasvu biomassassa ja täten saadaan hyvät lietteen ominaisuudet jopa epäedullisissa olosuhteissa. Sellaisia epäedullisia tekijöitä ovat esim. alhaiset BHK-konsentraatiot, jolloin suuripinta-alaisella biomassalla olisi etua kilpailussa BHK:n sorptiosta alhaisilla konsentraatioilla. Käsittelemättömän BHK:n pääsy BHK-sorptiovyöhykkeen ohi minimoituu. Kuvatussa suoritus-

muodossa vyöhyke A on jaettu kahteen osastoon tai kammioon 16 ja 17, ja molemmissa on sekoitin 19. Neste kulkee tulppavirtana vyöhykkeen A osastojen läpi ja purkautuu BHK-hapetusvyöhykkeelle B.

5 Vaikkakin vyöhykkeessä A on piiretty näkyviin kaksi jaettua osastoa 16 ja 17, ymmärrettävästi myös kolmea tai useampaa osastoa voidaan käyttää. Vyöhykkeet A ja B voivat olla erillisiä, yhdistettyjä säiliöitä, joissa on sopivat välineet oleellisen yksisuuntaisen nestevirtauksen aiheuttamiseksi vyöhykkeeltä A vyöhykkeeseen B, niin että
10 takaisin sekoittuminen minimoituu.

Nesteen ilmastaminen suoritetaan vyöhykkeellä B tunnetulla tavalla, jolloin puristettua ilmaa voidaan johtaa hapetusvyöhykkeen pohjaan sumuttimilla 20, kuten
15 kuviossa on esitetty. Haluttaessa sumuttimien sijasta tai niiden lisäksi hapetusvyöhykkeellä voi olla mekaanisia ilmastimia. Ilman sijasta myös happea, jonka puhtaus on mikä tahansa haluttu, voidaan johtaa vyöhykkeelle B, missä tapauksessa sopivat välineet koko vyöhykkeen tai
20 sen osan peittämiseksi voivat olla tarpeelliset.

Käytännössä jonkin verran hapettumista, edullisesti 1 %:iin asti sisäänvirtaavan jäteveden BHK₅:n kokonaismäärästä, voi tapahtua vyöhykkeessä A, mutta normaalisti oleellisesti koko hapettuminen tapahtuu vyöhykkeessä B.

25 Kuten piirroksessa on kuvattu, vyöhyke B on jaettu kahteen nesteenkäsittelyosastoon 26 ja 27, vaikka useampiakin osastoja voidaan tietenkin haluttaessa käyttää. Vyöhyke B on järjestetty näin mm. siksi, että fosfaatinoton on havaittu olevan ensisijaisesti suhteessa liuenneen fosfaatin konsentraatioon, ja siten alhainen fosfaattiarvo poistovirrassa saadaan parhaiten tulppavirtausmuodolla.

Vyöhyke A on tässä jätevedenkäsittelylaitoksen BHK-sorptiovyöhyke. Termi "BHK-sorptiovyöhyke" tässä keksinnössä kuvatussa systeemissä määritellään jäteveden käsittelylaitoksen vyöhykkeeksi, jossa sisääntuleva jätevesi
35

ja kierrätetty liete aluksi sekoitetaan ja jossa vähintään 25 % ja edullisesti vähintään 50 % sisääntulevan jäteveden sisältämästä liukoisesta NHK_5 :stä siirretään sekoitetun nesteen vesifaasissa kiinteään lietteeseen. Termi "liukoinen BHK_5 " viittaa biologiseen hapenkulutukseen, joka läpäisee $1,25 \mu\text{m}$:n lasikuitusuodattimen, lukuun ottamatta sitä happea, joka tarvitaan typen hapettamiseksi.

Jotta liukoinen BHK_5 siirtyisi riittävässä määrin vesifaasista kiinteään lietteeseen, on tärkeää, että seuraavat olosuhteet vallitsevat:

1. Sorptiovyöhykkeen F/M-suhde, kuten jälkeinpäin kuvataan, pidetään alle arvon 10 ja edullisesti alle arvon 5. F on koko BHK_5 :n paino, joka päivässä tulee sisäänvirtaavan jäteveden mukana ja M on biomassan paino mitattuna sekoitetun liuoksen haihtuvina suspendoituneina kiinteinä aineina, s.o. MLVSS:n BHK-sorptiovyöhykkeessä.

2. Alkukäsittelyn aikana siihen asti, kunnes toiminta on oleellisesti vakaassa tilassa, on olennaista, että alle 2 % ja edullisesti alle 1 % sisään tulevan jätevesivirran kokonais-BHK:sta hapettuu, joko hapella tai muilla BHK-sorptiovyöhykkeessä olevilla hapettavilla aineilla.

3. Kun toiminta on saavuttanut vakaan tilan, hyvä suorituskyky voidaan saavuttaa myös jonkin verran runsaammalla hapettumisella BHK-sorptiovyöhykkeessä. Jopa tässä tapauksessa on parasta, että alle 5 % ja edullisesti alle 3 % sisäänvirtaavasta kokonais-BHK:sta hapettuu hapen ja/tai muiden hapettavien aineiden avulla sorptiovyöhykkeessä.

Kuten edellä on esitetty, pääasiallinen sisääntulevassa jätevedessä olevan BHK:n hapettuminen tapahtuu hapetusvyöhykkeessä B. Termi "hapetusvyöhyke", jota käytetään tähän systeemiin viitattaessa, määritellään sellaiseksi jätevedenkäsittelylaitoksen vyöhykkeeksi, jossa käytetään hapen aineensiirtolaitteita ja sekoitettu liuos BHK-sorptiovyöhykkeeltä saatetaan kosketukseen hapen

ja/tai hapettavien aineiden kanssa sellaisissa olosuhteissa ja sellaisen ajan, että vähintään 30 % sisääntulevan jäteveden alunperin sisältämästä kokonais-BHK₅:stä hapetuu.

5 Kuten aiemmin on esitetty, on tärkeää, että hapetumista rajoitetaan BHK-sorptiovyöhykkeellä jopa vakaan tilan toiminnan aikana ja että käynnistysfaasin aikana olosuhteet pidetään sellaisina, että enintään 2 % ja edullisesti alle 1 % kokonais-BHK₅:sta reagoi joko hapen
10 tai muiden hapettavien aineiden kanssa (kuten nitriitin ja/tai nitraatin --NO_x--) BHK-sorptiovyöhykkeessä. Jotta voitaisiin varmistaa, että BHK-vyöhykkeessä hapetuu enintään mainittu maksimimäärä, voidaan suorittaa yksi tai useampia seuraavista vaiheista:

15 A. Säiliö (tai säiliöt), jotka muodostavat vyöhykkeen A, voidaan varustaa liuoksen pinnalla typpivaipalla tai jonkin muun inertin kaasun vaipalla, jotta voidaan välttää ilmakehän hapen pääsy sinne; tai löysä kansi voidaan asettaa nesteen pinnalle tai sen yläpuolelle inertin
20 kaasuvaipan kanssa tai ilman sitä. Näiden BHK-sorptiovyöhykkeessä tapahtuvaa hapetusta rajoittavien systeemien sijasta tai niiden lisäksi vyöhykkeelle A voidaan päästää puhdasta typpikaasua.

B. Kaasun massansiirtovälineitä ei sijoiteta BHK-sorptiovyöhykkeelle. Vyöhyke varustetaan sekoittimilla,
25 kuten on kuvattu esim. viitenumerolla 19 piirustuksessa, sumuttimien, pintailmastimien tai muiden kaasu-neste-massansiirtolaitteiden sijasta.

C. On huolehdittava siitä, että ylimääräisiä määriä mitään hapettavaa ainetta, kuten nitraattia ja/tai
30 nitriittiä (NO_x⁻) ei tule BHK-sorptiovyöhykkeeseen. Jälkimmäinen ei koske ainoastaan jätevedessä mahdollisesti olevan NO_x⁻:n kontrollointia, vaan myös sen NO_x⁻:n kontrollointia, joka voi kierrätyksen mukana tulla tähän vyöhykkeeseen systeemin poistovirroista.
35

Sisääntulevassa jätevesivirrassa ei normaalisti ole NO_x^- -yhdisteitä tai niitä on vain vähän, koska BHK pelkistää nitraatit ja/tai nitriitit mikro-organismien läsnäollessa käsittelylaitokseen tulevissa viemäriverroissa.

5 Potentiaalinen NO_x^- -lähde on kierrätetty, sekoitettu neste BHK-hapetusvyöhykkeeltä biologisten systeemien nitrauksesta, so. systeemeistä, jotka on suunniteltu hapettamaan ammoniakaalinen BHK NO_x^- :ksi. Tällaisissa systeemeissä, kuten US-patentin 4 056 465 kuviossa 2 on esitetty, joissa
10 anoksinen vyöhyke on alussa olevan anaerobisen vyöhykkeen ja hapetetun vyöhykkeen välillä, osa sekoitetusta nesteestä kierrätetään aerobisesta vyöhykkeestä välissä olevaan anoksiseen vyöhykkeeseen NO_x^- :n pelkistämiseksi.

Tätä keksintöä voidaan käyttää systeemeissä, joissa
15 on anoksinen vyöhyke BHK-sorptiovyöhykkeen (A) ja hapetusvyöhykkeen (B) välissä. Hapettuneen BHK:n määrän laskemiseksi tässä keksinnössä, anoksisessa vyöhykkeessä hapettunut BHK lasketaan ikään kuin hapettuminen olisi tapahtunut hapetusvyöhykkeessä. Tällaisissa nitraussysteemeissä BHK-sorptiovyöhykkeelle tulevaa NO_x^- -määrää pitää kuitenkin
20 kontrolloida välttämättä sekoitetun nesteen kierrättämistä aerobisesta vyöhykkeestä BHK-sorptiovyöhykkeelle ja myös selkeyttimen alivirtauksesta tulevan kierrätetyn lietteen NO_x^- -määrää kontrolloimalla. Kierrätetyn lietteen NO_x^- -
25 pitoisuus voidaan kontrolloida sopivalla viipymisajalla selkeyttimessä ja lietteen kierrätyslinjassa, jotta riittävä NO_x^- -määrä poistuu pelkistymällä alkuaainetyypeksi reaktiivisella kontaktilla lietteenkierrätysliuoksessa olevan biomassan kanssa.

30 Tavanomaisilla biologisilla jätevedenkäsittelysysteemeillä ei ole pystytty tuottamaan tiheää, aktiivista, säikeetöntä lietettä ja poistamaan oleellisia fosforimääriä lisäämättä kemikaaleja. Tämä osoittaa, että tämän keksinnön mukaisen prosessin biologia ei tapahdu luonnollisesti, vaan on tuloksena rasituksesta, jonka tarkoituk-

35

sena on tuottaa edellä kuvattujen haluttujen ominaisuuksien vakaan tilan biologia.

Keksinnön mukaisen systeemin käynnistys vaatii, että tiukkaa biologista rasitusta käytetään, jotta edulliset organismit voivat kasvaa paremmin kuin tavanomaiset organismit. Tämä saavutetaan toimimalla BHK-sorptiovaiheessa siten, että hapettavia aineita on läsnä minimaalinen määrä rasituksen maksimoimiseksi. Tässä tapauksessa maksimirasitus saadaan hapen ja muiden hapettavien aineiden maksimaalisella poistamisella alussa olevalta BHK-sorptiovyöhykkeeltä. Siten ne organismit, jotka voivat käyttää ei-hapettavaa energialähdettä, so. polyfosfaattien hydrolyysiä, ovat edullisia, koska vain niillä on vaadittu energia BHK:n siirtämiseksi aktiivisesti nestemassasta mikro-organismin soluseinän läpi organismin sisäosaan. Siinä määrässä energiaa kuin tällä tavoin saadaan BHK:n siirtoon, polyfosfaatteja sisältävillä mikro-organismeilla on se etu, että ne kykenevät sorboimaan BHK:ta (tai ravintoa), minkä takia nämä organismit voivat dominoida populaatiota perättäisissä kierroksissa kautta koko systeemin. Tätä ei tapahdu tavanomaisissa aktiivilietesysteemeissä.

Tämän keksinnön mukaisen prosessin alkuoperaatiossa siihen asti, kunnes vakaan tilan toiminta on saavutettu, kuten yllä on mainittu, täytyy huolehtia siitä, että BHK:n hapettumisen määrä minimoidaan BHK-sorptiovyöhykkeessä. Käytännössä maksimaalinen sallittu happipitoisuus tai muiden hapettavien aineiden, kuten nitraattien ja/tai nitriittien pitoisuus, ilmaistuna happiekvivalentteina, pitäisi olla sellainen, että alle 2 % ja edullisesti alle 1 % sisääntulevan jäteveden sisältämästä kokonais-BHK₅-määrästä hapettuu tässä vyöhykkeessä. Kun nämä varotoimenpiteet huomioidaan käynnistyksessä ja systeemin alkuoperaatiossa, saavutetaan sekä hyvät lieteominaisuudet että kasvava fosfaatinpoisto kahdesta kuuteen viikon aikana. Vakaan tilan toiminnan saavuttamista näillä halu-

tuilla ominaisuuksilla voidaan edistää lisäämällä "ymppilietettä" sisältäviä polyfosfaatteja.

Keksinnön mukaisen systeemin toimivuus riippuu tehokkaan BHK-sorptiovyöhykkeen läsnäolosta prosessin alussa. Tämän systeemin biologia toimii kuitenkin siinäkin tapauksessa, kun sorptiovyöhykkeessä tapahtuu ylimääräistä hapettumista, kunnes halutut aktiivilietelajit korvautuvat tavanaomaisella lietteellä. Tällaisen korvautumisen on havaittu tapahtuvan suhteellisen hitaasti, noin yhdestä kahteen kuukauteen pituisen ajan kuluessa. Kun systeemi on saavuttanut "vakaan tilan", voidaan sallia jonkin verran suurempi hapetus-% BHK-vyöhykkeessä ilman, että polyfosfaattia sisältävä liete huuhtoutuu pois. Poishuuhtoutumisen havaitaan lietteen selkeytysmisominaisuuksien huononemisesta ja heikentyneestä fosfaatinpoistokyvystä. Jos tällainen häiriö esiintyy, normaali toiminta voidaan palauttaa ajan kuluessa rajoittamalla huomattavasti sallittua hapettumismäärää BHK-sorptiovyöhykkeessä samalla tavoin kuin prosessin alussa.

Kuten aiemmin on selitetty, kun edullisen biomassan valikoitumiseen johtavaa biologista räsitusta ilmenee BHK-sorptiovyöhykkeessä, on BHK-hapetusvyöhykkeen (B) tehtävä synnyttää energiaa BHK:n hapetuksella. Tätä energiaa käytetään biomassan kasvuun ja fosfaatin siirtoon nestemassasta biomassan sisäosaan. Fosfaatin poiston ja varastoinnin biomassaan polyfosfaattina arvioidaan vaativan n. 1-5 % BHK:n hapetuksella saadusta energiasta. Uskotaan sen vuoksi, että tämän prosessin edullista biomassaa ei esiinny tavanomaisimmissa aktiivilietesysteemeissä, koska ne mikro-organismilajit, jotka eivät tarvitse energiaa fosfaatin sorptioon ja varastointiin, voivat käyttää enemmän energiaa kasvuun ja ovat siksi vallitsevia, jollei BHK:ta jaeta esillä olevan keksinnön mukaisesti sorptiovyöhykkeeseen.

On myös havaittu, että hapenottonopeudet tässä prosessissa ovat suhteellisen hitaita BHK-hapetusvyöhykkeellä

verrattuna tavanomaisiin aktiivilietesysteemeihin. Esimerkiksi hapenottonopeus 30 mg happea grammaa VSS (haihtuvia suspendoituneita kiintoaineita) kohti tunnissa 20°C:ssa harvoin ylitetään tämän keksinnön mukaisesti, kun taas
5 konventionaalisessa ilmastuksessa hapenottonopeus voi olla kaksi kertaa niin suuri, kuten on kuvattu esim. US-patentissa 3 864 246. Tämä osoittaa, että sorptiovyöhykkeessä sorboitu BHK varastoituu muodossa, joka hapettuu vain hitaasti. Tämän seurauksena hapenoton alkunopeus
10 on alhainen ja laskee edelleen hitaasti ajan kuluessa.

Edellä esitettyjen havaintojen johdosta tämä systeemi, kun sitä operoidaan nopeana systeeminä, vaatii minimaalisen happimäärän poistettua BHK-yksikköä kohti. Hapettumaton BHK menetetään tietenkin lietteen mukana.
15 Täytyy kuitenkin tapahtua riittävä hapetus, jotta vähintään 30 % koko systeemiin syötetystä BHK₅-määrästä hapettuu. Jos BHK ei hapetu riittävässä määrin, tuoreen BHK:n sorptio estyy selkeyttimen alivirtauksen kierrätyksessä alun sorptiovyöhykkeeseen. Tällä on vastakkainen efekti,
20 koska peräkkäisissä kierroissa progressiivisesti pienempiä määriä sisäänvirtaavasta BHK:sta sorboituu alkuvyöhykkeessä ja progressiivisesti suurempia määriä sorboitumattomasta BHK:ta siirtyy hapetusvyöhykkeelle, jossa se sorboituu ja metaboloituu tavanomaisten mikro-organismien vaikutuksesta. Tällaisissa olosuhteissa polyfosfaattia keräävät mikro-organismit lopulta huuhtoutuvat pois.

On havaittu, että systeemiin vaadittu minimihapettuminen on 30 % sisäänvirtauksen kokonais-BHK₅-määrästä. Nopeissa systeemeissä hapenkulutus vaihtelee välillä
30 30-100 % sisäänvirtauksen BHK₅:stä. Nopea systeemi määritellään termillä kokonais-F/M-suhde, jolloin sen kokonais-F/M-suhde on n. 0,3 tai suurempi. F on jäteveden sisäänvirtauksen tuoma kokonais-BHK₅-määrä päivässä ja M on tämän systeemin kaikkien vyöhykkeiden sisältämän MLVSS:n
35 (sekoitetun nesteen haihtuvien suspendoituneiden kiinto-

aineiden) paino, mukaan lukien BHK-sorptiovyöhyke, BHK-hapetusvyöhyke ja mahdollinen anoksinen vyöhyke. Kun kokonais-F/M-suhde on alle n. 0,3 ja aina n. 0,08:aan asti, hapenkulutus on n. 80-150 % sisäänvirtauksen kokonais-BHK₅-pitoisuudesta. Yli 100 %:n hapentarpeet johtuvat siitä, että BHK₅ kuvaa vain n. kahta kolmasosaa BHK:sta (ääretön).

On havaittu, että operoitaessa nopeita systeemejä, ts. kun kokonais-F/M-suhde on yli 0,3, tämä systeemi käsittelee oleellisesti vähemmän happea kuin tavanomaiset aktiivilietesysteemit. Lisäksi jopa näillä korkeilla lämpimien nopeuksilla tämä systeemi edelleen poistaa BHK:ta ja oleellisia fosfaattimääriä pitäen yllä halutun ei-säikeisen biomassan ja tuottaen lietettä, jonka selkeytymisominaisuudet ovat erinomaiset.

Saadun lietteen SVI (lietteen tilavuusindeksi) on yleisesti alle n. 100 ja selkeyttimen alivirtauksen kiinteiden aineiden konsentraatio on yli n. 1 %. Tällaisten haluttujen ominaisuuksien ylläpitämiseksi systeemissä olosuhteita pitää kontrolloida siten, että vähintään 30-40 % kokonais-BHK₅:stä hapettuu systeemissä. Jos tässä epäonnistutaan, lietteen ominaisuudet huononevat jatkuvasti ja fosfaatinpoisto vähenee.

Tärkeä seuraus biologisen valinnan tapahtumisesta BHK-sorptiovyöhykkeellä on se, että tällöin hapetusvyöhykkeessä ei tarvitse ylläpitää liuenneen hapen minimikonsentraatiota (DO). Tämä on ei-ilmeistä tunnetun tekniikan perusteella (esim. US-patentit 3 864 246 ja 4 162 153), jolloin on vaadittu DO:n minimiarvoksi vähintään 1 miljoonaa osaa ja yleisesti yli 2 miljoonaa osaa liuennutta happea. Korkeiden liuenneiden happimäärien ylläpito näkyy korkeammissa energiankulutuksissa. Esim. systeemissä, joka käyttää hapetusta atmosfäärillä ilmalla, DO:n laskeessa 2 miljoonaa osaa alle 1 miljoonaa osaan, energiantarve annetun happimäärän siirrolle kaasusta systeemin nestefaasiin vähenee 14 %:sta 25 %:iin. Tässä systeemis-

sä liuenneen hapen määrä ei ole rajoittava tekijä, vaan pikemminkin hapettuneen BHK:n kokonaismäärä vastaavissa vyöhykkeissä.

5 Tämän systeemin käynnistysaika määritellään siksi ajaksi, jonka systeemi vaatii kehittääkseen halutun tyyppisen biomassan, mitä osoittaa vakaan tilan BHK fosfaatinpoistossa ja lietteen selkeytymisominaisuuksissa. Se voidaan myös määritellä siksi ajaksi, jonka systeemi vaatii palautuakseen toiminnan häiriöistä.

10 Käynnistysaikaa voidaan oleellisesti lyhentää ympäremällä systeemi lietteellä, joka on aiemmin konditioitu tämääntyyppisessä toimintasysteemissä. Vaaditun ajan lyheneminen vakaan tilan saavuttamiseksi tulee ymmärrettäväksi vertaamalla esimerkin 1A ja 1B operaatioita, joiden tulokset on taulukoita taulukoissa 1 ja 2.

Esimerkki 1A (vertailuesimerkki)

Laboratorioyksikköä, jossa oli viisi samanlaista 1,6 litran vaihetta BHK-sorptiovyöhykkeessä (A) ja myös alavirtaan sijaitsevassa hapetusvyöhykkeessä (B), käytettiin jätevedellä, joka oli peräisin Allentownista, Pennsylvaniasta viemärilaitoksen primääriselkeyttimen poistovirrasta. Yksikön toiminnalliset tiedot alkaen neljännessä viikosta käynnistuksen jälkeen on esitetty taulukossa 1 viikottaisina keskiarvoina.

25 DO BHK-sorptiovyöhykkeessä ylläpidettiin alusta lähtien alle 1 miljoonasosassa ja hapetusvyöhykkeessä n. 7 miljoonasosassa.

Oleellinen fosfaatinpoisto oli ilmeinen kahden kuukauden käynnistysperiodin loppua kohti. Fosfaatin netto-
30 poisto oli 5 miljoonasosaa, jolloin 59 % liuukoisen BHK₅:n sorptiosta tapahtui sorptiovyöhykkeessä. Lietteän ominaisuudet paranivat jatkuvasti käyttöaikana.

Yhdeksännellä viikolla yksikön konfiguraatiota modifioitiin niin, että siinä oli viisi samanlaista 1,2 litran vaihetta BHK-sorptiovyöhykkeessä ja viisi samanlaista
35 vaihetta hapetusvyöhykkeessä, kukin 1,6 litraa.

Taulukko I

Aloitus ilman ymppiä

	Aika	Viikko					
		4	5	6	7	8	9
5	IDT (h)	2,0	2,1	4,1	4,2	4,4	3,9
	MLVSS, ppm	2139	2853	3751	3711	4291	4393
	Vyöhyke A						
	DO, ppm	0,7	0,7	0,5	0,3	0,1	0,2
	Vyöhyke B						
10	DO, ppm	7,0	6,8	7,8	8,0	7,2	7,4
	Kokonais-F/M	0,87	0,61	0,21	0,20	0,14	0,18
	BHK _s /P _s	16,8	28,9	17,3	13,0	11,0	14,6
	BHK _s , ppm						
	Sisäänvirtaus	98	111	107	84	88	112
15	Ulosvirtaus	10	7,1	4,6	4,7	9,9	3,6
	TSS, ppm						
	Sisäänvirtaus	99	81	63	98	76	64
	Ulosvirtaus	51	48	50	37	50	53
	BHK _t , ppm						
20	Sisäänvirtaus	148	152	131	131	105	129
	Ulosvirtaus	34	29	19	15	20	18
	P _s , ppm						
	Sisäänvirtaus	5,8	3,8	6,2	6,5	8,0	7,7
	Ulosvirtaus	4,3	3,6	4,3	4,7	4,8	2,7
25	Poistunut	1,5	0,2	1,9	1,8	3,2	5,0
	SVI, ml/g VSS	85	73	53	70	65	55

IDT = jäteveden viipymäaika systeemissä

SVI = lietteen tilavuusindeksi (Mohlmann)

30 VSS = haihtuvien suspendoituneiden kiinteiden aineiden
määrä

BHK_t = kokonais-BHK₅BHK_s = liukoinen BHK₅P_s = liukoinen fosfaatti ilmaistuna alkuainefosforina, P

35 TSS = suspendoituneiden kiinteiden aineiden koko määrä

Esimerkki IB (vertailuesimerkki)

Pilot plant-yksikkö, jossa oli BHK-sorptiovyöhyke A, joka koostui kolmesta 220 l:n vaiheesta, ja BHK-hapetusvyöhyke, joka koostui neljästä 557 l:n vaiheesta, ym-

5 pättiin alussa 28,4 l:lla liuosta, jossa oli n. 1 % fosfaattia poistavaa lietettä, joka oli saatu vakaassa tilassa toimivasta laboratorion A/O-yksiköstä.

Kolme viikkoa ympäripyöräytyksen lisäämisen jälkeen saavutettiin stabiili tila fosfaatin poistamiseksi. Liukoisen

10 fosfaatin lisäpoisto oli 4,4 miljoonasosaa ja BHK_s-sorptiovyöhykkeessä A oli 39 % sisäänvirtaavasta BHK_s:stä.

Yhteenvedo toiminnasta on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2

Siemennys suoritettu				
15	Aika	Viikko 1	Viikko 2	Viikko 3
	IDT, (h)	2,12	2,12	2,12
	MLVSS, Mg/L	2815	2796	2708
	DO, ppm			
20	Vyöhyke A	0,2	0,2	0,2
	Vyöhyke B	4,0	4,0	4,0
	Kokonais-F/M	0,48	0,48	0,66
	F/M, vyöhyke A	2,11	2,08	2,90
	BHK _s , ppm			
25	Sisäänvirtaus	90,5	59	87
	% sorptio A:ssa	22	33	39
	TSS, ppm			
	Sisäänvirtaus	138	123	103
	Ulosvirtaus	32	24	21
30	BHK _t , ppm			
	Sisäänvirtaus	125	117	156
	Ulosvirtaus	25	24	25
	P _s , ppm			
	Sisäänvirtaus	5,4	5,9	5,7
35	Ulosvirtaus	4,8	2,3	1,3
	Poistunut	0,6	3,6	4,4
	SVI, ml/g VSS	35	42	29

Systeemin toiminnan aikana tehtyjen esimerkissä 2 kuvattujen ajojen tulokset osoittivat, että DO yksinään ei ratkaisevasti vaikuta fosfaatin poistoon jätevedestä nin kauan kuin sopivasti BHK:ta hapettuu hapetusvyöhykkeessä (B). Tästä seuraa, että ilmastusenergiaa voidaan vähentää käyttämällä hapetusvyöhykettä siten, että DO:n taso on alle 1 ppm.

Esimerkki 2

Pilot plant -yksikkö oli sama kuin esimerkissä 1B. Sitä käytettiin noin kaksi viikkoa, niin että hapetusvyöhykkeen DO-taso oli korkea (10 ppm) (vertailuajo). Toisella kerralla sitä käytettiin yksi viikko, niin että DO-taso oli alhainen (0,27 ppm) (keksinnön mukainen systeemi). Alhaisen DO:n käyttöaikana kaikissa vaiheissa hapetusvyöhykkeellä (B) DO pidettiin alle 1 miljoonaaosan. Kummallakaan aikajaksolla ei yritetty kontrolloida läsnäolevaa happea ja happea oli runsaasti hapetusvyöhykkeellä, mikä havaittiin suhteellisen korkeasta hapenkulutuksesta: 1,5 kg happea kg:aa poistettua BHK:ta kohti (suodattamaton sisäänvirtaus miinus suodatettu ulosvirtaus), s.o. kg O₂/kg BHK_R (U-F).

Korkealla DO:lla saatiin parempi fosfaatin poisto kuin alhaisella DO:lla, koska kokonais-F/M ja BHK_s/P-suhde oli korkeampi.

Esimerkin 2 mukaisen systeemin toiminnasta saadut tulokset ovat taulukossa 3.

Taulukko 3

30	IDT, (h)	2,10	1,59
	T, °C	24	22,5
	Keskim. MLVSS, ppm	2600	2683
	Keskim. DO, ppm A-vyöhyke	0,2	0,2
	B-vyöhyke	10	0,27
35	F/M kokonais	0,74	0,63
	A-vyöhyke	3,26	2,77

Taulukko 3 (jatkuu)

	BHK _s /P _s	14	11,2
	BHK _s , ppm		
	Sisäänvirtaus	76	55
5	Ulosvirtaus	2,5	2
	% sorboitu A:ssa	31	57
	TSS, ppm		
	Sisäänvirtaus	124	104
	Ulosvirtaus	22	21
10	BHK _t , ppm		
	Sisäänvirtaus	153	112
	Ulosvirtaus	9,2	9,5
	P _s , ppm		
	Sisäänvirtaus	5,8	4,9
15	Ulosvirtaus	1,0	1,9
	Poistunut	4,8	3,0
	SVI	19	23

Esimerkin 2 mukaisen systeemin toiminnasta ilmenee, että oleellinen energiamäärä hapen siirrossa hapetusvyöhykkeellä voidaan säästää. Näin ollen lasketaan, että 23 %:n säästö energiantarpeessa voidaan saada aikaan käyttämällä hapetusvyöhykettä (B) DO-tasolla 0,5 miljoonasosaa, esim. verrattuna käyttööön 10 miljoonasosan tasolla. Tämä laskenta perustuu suhteellisen puhtaan hapen käyttööön systeemissä määriteltynä hapen liukoisuutena veden atmosfäärissä paineessa.

Esimerkin 2 tuloksista ilmenee myös, että keksinnön mukaisen systeemin fosfaatin poistoon ei paljon vaikuta se, onko hapetusvyöhykkeellä korkea vai matala DO-taso. Siksi näyttää siltä, että A/O-systeemin tyydyttävä toiminta voidaan saavuttaa sellaisen stabiilin toiminnan aikana, jolloin DO:n taso hapetusvyöhykkeellä on alle 1 ppm:n tason, edellyttäen, että korkeintaan 2 % sisään-tulevasta kokonais-BHK₅:stä hapettuu BHK-sorptiovyöhykkeellä ja että vähintään 30 % sisääntulevasta kokonais-

BHK₅:stä hapettuu kokonaissysteemissä.

Seuraava esimerkki 3 osoittaa, että vaikka haluttu- ja fosfaattia poistavia mikro-organismeja lisätään tavanomaiseen aktiivilietesysteemiin, jossa käytetään hapetusta ensimmäisessä käsittelyvaiheessa, nämä alussa vallitsevat mikro-organismit huuhtoutuvat pois ja systeemi menettää fosfaatinpoistokapasiteettiaan. Nämä tulokset ilmaisevat, kuinka tärkeää on ylläpitää biologista rasitusta BHK-sorptiovyöhykkeessä A/O-systeemissä. Tässä tapauksessa BHK-sorptiovyöhykettä ei ollut.

Esimerkki 3 (vertailuesimerkki)

Systeemi, jossa oli 1,2 tilavuusyksikön 5 samanlaista hapetusvaihetta, ympättiin kokonaan aktivoitulla fosfaattia poistavalla lietteellä, joka saatiin toimivasta A/O-yksiköstä. Taulukossa 4 on esitetty neljän viikon toimintatiedot ymppäyksen jälkeen.

Neljännän viikon lopulla nettofosfaatinpoisto heikkeni alkuperäisestä 3,8 ppm:stä 2,3 ppm:ään. Lietteen ominaisuudet heikkenivät myös, mikä havaittiin SVI:n kasvuna arvosta 54 arvoon 80.

Systeemin konfiguraatiota muutettiin siten, että kolmannen ja neljännen käyttöviikon aikana oli 0,4 tilavuusyksikön suuruinen alkuhapetusvaihe ja sen jälkeen oli neljä samanlaista 1,4 tilavuusyksikön hapetusvaihetta.

Taulukko 4

Poishuuhtoutuminen BHK-sorptiovyöhykkeen puuttuessa

	Viikko 1	Viikko 2	Viikko 3	Viikko 4
IDT (h)	2	2	2	2
30 MLVSS, ppm	5566	4114	3520	2640
DO, ppm	6	6	5	6
Kokonais-F/M	0,37	0,66	0,86	0,61
BHK ₅ /P _s	36,7	37,8	21,2	15,1
BHK ₅ , ppm				
35 Sisäänvirtaus	189	147	198	101
Ulosvirtaus	1,7	1,3	2,1	1,6

Taulukko 4 (jatkoa)

		Viikko 1	Viikko 2	Viikko 3	Viikko 4
	TSS, ppm				
5	Sisäänvirtaus	32,6	64	61	29
	Ulosvirtaus	18	22	16	13
	BHK _T , ppm				
	Sisäänvirtaus	174	178	239	125
	Ulosvirtaus	7	7	6	4
10	P _s , ppm				
	Sisäänvirtaus	5,2	3,9	9,4	6,7
	Ulosvirtaus	1,4	0,3	3,4	4,4
	Poistunut, netto	3,8	3,6	6,0	2,3
	% poistunut	73	92	64	34
15	SVI	54	73	98	80
	kg O ₂ /kg BHK ₅ (U-F)	1,2	1,1	0,83	1,1

Kuten edellä esitetystä taulukosta ilmenee, vaikkakin stabiili toiminta on saavutettu ja kehitetty biomassassa, jolla on halutut fosfaatinpoisto-ominaisuudet, on tärkeää, että BHK-sorptiovyöhyke pidetään olosuhteissa, jotka rajoittavat hapettumista tässä vyöhykkeessä. On myös huolehdittava siitä, että viipymisaika sekundaarisessa selkeyttimessä ja kierrätettävän lietteen siirtolinjassa on riittävä oleellisten NO_x⁻-määrien välttämiseksi BHK-sorptiovyöhykkeelle kierrätetyssä lietteessä.

Esimerkki 4 (keksinnön mukainen systeemi)

Seuraavassa on kuvattu edullinen keksinnön mukainen toimintasysteemi, joka kuvaa A/O-systeemin erinomaista toimintaa, kun DO-taso hapetusvyöhykkeellä pidetään 0,3 miljoonasosassa, jolloin ilmastusenergiassa tapahtuu huomattavaa säästöä.

Pilot plant -yksikkö käsitti BHK-sorptiovyöhykkeen, jossa oli kolme osastoa, kukin 220 l, hapetusvyöhykkeen, jossa oli neljä osastoa, kukin 557 l. Käyttöolosuhteet ja tulokset ovat taulukossa 5.

Taulukko 5

	Sisäänvirtauksen viipymisaika (h)	1,6
	Lietteen kierrätys, suhde sisäänvirtaukseen (til./til.)	0,20
5	Keskim. MLVSS, ppm	2700
	Lämpötila, °C	23
	Kokonais-F/M	0,63
	BHK tot. ppm	
	Sisäänvirtaus	112
10	Ulosvirtaus	9,5
	BHK liukoinen, ppm	
	Sisäänvirtaus	55
	Ulosvirtaus	1
	Suspendoituneiden kiinteiden aineiden kokonaismäärä, ppm	
15	Sisäänvirtaus	104
	Ulosvirtaus	11
	Liukoiset fosfaatit, ppm	
	Sisäänvirtaus	4,9
20	Ulosvirtaus	1,9
	BHK _s /P _s sisäänvirtauksessa	11
	BHK-sorptiovyöhykkeessä olevan liukoisen BHK ₅ :n %-sorptio	57
	DO keskim. BHK-sorptiovyöhykkeessä, ppm	0,2
25	DO keskim. hapetusvyöhykkeessä, ppm	0,3

Yllä olevasta taulukosta 5 käy ilmi, että A/O-systeemi voi toimia tyydyttävästi, kun hapetusvyöhykkeellä käytetään suhteellisen alhaista DO-tasoa. Tällöin voidaan saavuttaa huomattavaa säästöä energiantarpeessa hapen siirrossa ilmasta liuokseen (samalla hapenkulutuksella). Lasketut energiansäästöt, jotka voidaan saavuttaa alhaisemmillä DO-tasoilla verrattuna toimintaan DO:n ollessa 3, nähdään alla olevasta taulukosta ja laskut on suoritettu olettaen, että on käytetty ilmaa ja että hapen kylästystaso nesteessä on 8 ppm:n konsentraatiossa.

DO BHK-hapetusvyöhykkeellä, (ppm)	0,3	1,0	2,0	3,0
Energiansäästö (%)	65	29	17	0

Keksintöä on edellä kuvattu sellaisiin systeemi-
hin sovellettuna, joissa alussa olevaa BHK-sorptiovyöhy-
5 kettä seuraa hapetusvyöhyke (A/O-systeemi), mutta sitä
voidaan soveltaa systeemiin, jotka on suunniteltu
NO_x:n poistamiseen ja joissa BHK-sorptiovyöhykkeen ja
hapetusvyöhykkeen välissä on anoksinen vyöhyke.

On huomattava, että alle 1 % sisäänvirtauksen ko-
10 konais-BHK₅:stä hapettui sorptiovyöhykkeellä.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä jäteveden käsittelymiseksi aktiivilietesysteemillä, jossa menetelmässä:

5 a) muodostetaan sekoitettu neste BHK-sorptiovyöhykkeessä sekoittamalla aktivoitua biomassaa liukenevaa BHK₅:tä sisältävään sisäänvirtaavaan jäteveteen, jolloin sekoitus suoritetaan siten, että vähintään 25 % liukoisesta BHK₅:stä sorboituu biomassaan sorptiovyöhykkeessä;

10 b) seuraavassa hapetusvyöhykkeessä sekoitetussa nesteessä oleva BHK hapetetaan, mukaan lukien ainakin osa biomassaan sorboidusta BHK:sta, saattamalla sekoitettu neste kosketukseen hapettimen kanssa siten, että vähintään 30 % sisäänvirtaavan sekoitetun nesteen kokonais-BHK₅:stä hapettuu;

15 c) näin saatu hapetettu sekoitettu neste selkeytetään selkeytysvyöhykkeessä, jolloin saadaan pinnalla oleva neste ja aktivoitua biomassaa sisältävä tiivis liete; ja

20 d) kierrätetään ainakin osa tiiviistä lietteestä BHK-sorptiovyöhykkeeseen;
t u n n e t t u siitä, että liuenneen hapen pitoisuus vaiheen b) hapetusvyöhykkeessä on alle 1 ppm.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
25 t u n n e t t u siitä, että hapetinta lisätään hapetusvyöhykkeeseen niin, että liuenneen hapen pitoisuus hapetusvyöhykkeessä on noin 0,1 - 0,4 ppm.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että vähintään 50 % sisäänvirtaavan jäteveden liukoisesta BHK₅:stä sorboituu biomassaan sorptiovyöhykkeessä.
30

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että BHK-sorptiovyöhyke käsittää vähintään kaksi hydraulisesti erillään olevaa peräkkäistä
35 vaihetta.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että hapetusvyöhyke käsittää vähintään kaksi hydraulisesti erillään olevaa peräkkäistä vaihetta.

5 6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että BHK:n alkusorptiovyöhyke pidetään anaerobisissa olosuhteissa, siten että alle 2 % sisäänvirtaavasta kokonais-BHK₅:stä hapettuu tässä vyöhykkeessä.

10 7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että sisäänvirtaava jätevesi sisältää fosfaattia ja suurin osa fosfaatista poistetaan hapetusvyöhykkeen liuoksesta ja varastoidaan polyfosfaattina biomassaan.

15 8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että sisääntulevan jäteveden tulonopeus on siten suhteessa biomassan kokonaismäärään sorptio- ja hapetusvyöhykkeessä, että kokonais-F/M-suhde on yli 0,3, jolloin F on sisäänvirtavan jäteveden tuoma kokonais-BHK₅-määrä päivää kohti ja M on sorptio- ja hapetusvyöhykkeessä olevien haihtuvien suspendoituneiden kiinteiden aineiden (biomassan) paino.

25 9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että systeemi käsittää anoksisen vyöhykkeen BHK-sorptiovyöhykkeen ja hapetusvyöhykkeen välissä ja sisäänvirtaavan jäteveden määrä on sellaisessa suhteessa BHK-vyöhykkeessä, anoksisessa vyöhykkeessä ja hapetusvyöhykkeessä olevaan biomassan kokonaismäärään, että kokonais-F/M-suhde on yli 0,3, jolloin F on sisäänvirtaavan jäteveden tuoma kokonais-BHK₅-määrä päivää kohti ja M on BHK-sorptiovyöhykkeessä, anoksisessa vyöhykkeessä ja hapetusvyöhykkeessä olevien haihtuvien suspendoituneiden kiinteiden aineiden (biomassan) paino.

30 10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
35 t u n n e t t u siitä, että BHK-sorptiovyöhykkeessä

olosuhteita kontrolloidaan niin, että F/M-suhde mainituksa vyöhykkeessä on alle 10, jolloin F on sisäänvirtaavan jäteveden tuoma kokonais-BHK₅-määrä päivää kohti ja M on mainituksa BHK-sorptiovyöhykkeessä olevien haihtuvien
5 suspendoituneiden kiinteiden aineiden (biomassan) paino.

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että F/M-suhde pidetään BHK-sorptiovyöhykkeessä alle arvon 5.

12. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
10 t u n n e t t u siitä, että BHK-sorptiovyöhykettä käytetään sellaisissa olosuhteissa, että alle 1 % sisäänvirtauksen kokonais-BHK₅:stä hapettuu hapen tai muiden hapettavien aineiden avulla mainituksa vyöhykkeessä.

13. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
15 t u n n e t t u siitä, että vähintään osa systeemin biomassasta saadaan ympäriin biomassalla, joka on saatu systeemistä, joka on saavuttanut vakaan käyttötilan patenttivaatimuksessa 1 määritellyissä olosuhteissa.

Patentkrav

1. Förfarande för behandling av avfallsvatten medelst ett aktiverat slamsystem, vid vilket förfarande

5 a) bildas en blandad vätska i en BOD-sorptionszon genom blandande av aktiverad biomassa med inströmmande lösligt BOD₅-haltigt avfallsvatten, varvid blandandet utförs så, att minst 25 % av den lösliga BOD₅-mängden sorberas vid biomassan i sorptionszonen;

10 b) i en efterföljande oxidationszon oxideras BOD som ingår i den blandade vätskan, inklusive åtminstone en del av det BOD som sorberats vid biomassan, genom bringande av den blandade vätskan i kontakt med ett oxidationsmedel så, att minst 30 % av det totalt inströmmande BOD₅
15 oxideras;

c) den så erhållna oxiderade blandade vätskan sedimenteras i en sedimenteringszon, varvid erhålls en på ytan liggande vätska och ett tätt slam innehållande aktiverad biomassa; och

20 d) åtminstone en del av det täta slammet återcirkuleras till sorptionszonen,
k ä n n e t e c k n a t därav, att halten av löst syre i oxidationszonen av steget b) är under 1 ppm.

2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e -
25 t e c k n a t därav, att oxidationsmedlet sätts till oxidationszonen så, att halten av löst syre i oxidationszonen är cirka 0,1-0,4 ppm.

3. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e -
t e c k n a t därav, att minst 50 % av den lösliga BOD₅-
30 mängden i det inströmmande avfallsvattnet sorberas vid biomassan i sorptionszonen.

4. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e -
t e c k n a t därav, att BOD-sorptionszonen omfattar
minst två hydrauliskt separata, efter varandra följande
35 steg.

5. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e -
t e c k n a t därav, att oxidationszonen omfattar minst
två hydrauliskt separata, efter varandra följande steg.

6. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e -
5 t e c k n a t därav, att den första BOD-sorptionszonen
hålls under anaerobiska förhållanden så, att under 2 %
av det inströmmande totala BOD₅ oxideras i denna zon.

7. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e -
t e c k n a t därav, att det inströmmande avfallsvattnet
10 innehåller fosfat och största delen av fosfatet avlägsnas
från lösningen i oxidationszonen och uppbevaras som poly-
fosfat i biomassan.

8. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e -
t e c k n a t därav, att hastigheten vid införandet av
15 det inströmmande avfallsvattnet står i ett sådant för-
hållande till totalmängden av biomassan i sorptions- och
oxidationszonen, att man uppnår ett totalt F/M-förhållande
som överstiger 0,3, varvid F är vikten på den totala BOD₅-
mängden som införs med det inströmmande avfallsvattnet
20 per dag och M är vikten av de suspenderade flyktiga fasta
ämnen (biomassan) i BOD-sorptionszonen och oxidations-
zonen.

9. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e -
t e c k n a t därav, att systemet omfattar en anoxiskt
25 zon mellan BOD-sorptionszonen och oxidationszonen, och
hastigheten vid införandet av det inströmmande avfalls-
vattnet står i ett sådant förhållande till totalmängden
av biomassan i BOD-sorptionszonen, anoxiska zonen och
oxidationszonen, att man erhåller ett totalt F/M-för-
30 hållande som överstiger 0,3, varvid F är vikten av den
totala BOD₅-mängden som införs med det inströmmande av-
fallsvattnet per dag och M är vikten av de suspenderade
flyktiga fasta ämnen (biomassan) i BOD-sorptionszonen,
anoxiska zonen och oxidationszonen.

35 10. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e -
t e c k n a t därav, att förhållandena i BOD-sorptions-

zonen kontrolleras så, att F/M-förhållandet i nämnda zon är under 10, varvid F är den totala BOD₅-mängden som införs med det inströmmande avfallsvattnet per dag och M är vikten av de suspenderade flyktiga fasta ämnena (biomassan) i BOD-sorptionszonen.

11. Förfarande enligt patentkravet 10, k ä n n e - t e c k n a t därav, att F/M-förhållandet i BOD-sorptionszonen hålls under värdet 5.

12. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e - t e c k n a t därav, att BOD-sorptionszonen drivs under sådana förhållanden, att under 1 % av den totala inströmmande BOD₅-mängden oxideras medelst syre eller andra oxidationsmedel i nämnda zon.

13. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e - t e c k n a t därav, att minst en del av biomassan i systemet erhålls genom ympning med biomassan från ett system, vilket uppnått stationärt drifttillstånd under de i patentkravet 1 definierade förhållandena.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia:-Offentliga finska patentansökningar: 803148 (C 02 F 3/30).

Hakemusjulkaisuja:-Ansökningspublikationer: Saksan liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE) 2 911 623 (C 02 F 3/30).

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: Suomi-Finland(FI) 69 824 (C 02 F 3/30). USA(US) 4 162 153 (C 02 C 1/06).

77215

