

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

294 826

(13) Druh dokumentu:

B6

(51) Int. Cl. : ⁷

C 02 F 3/12

C 02 F 3/20

C 02 F 3/30

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **1997-4133**
(22) Přihlášeno: **21.06.1996**
(30) Právo přednosti: **22.06.1995 AU 1995/3711**
26.10.1995 AU 1995/6207
(40) Zveřejněno: **17.06.1998**
(Věstník č. 06/1998)
(47) Uděleno: **25.01.05**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **16.03.2005**
(Věstník č. 3/2005)
(86) PCT číslo: **PCT/AU1996/000379**
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 1997/000832**

(73) Majitel patentu:

BISASCO PTY. LIMITED, Hamilton South, AU

(72) Původce:

Goronszy Mervyn Charles, Lake Forest, CA, US

(74) Zástupce:

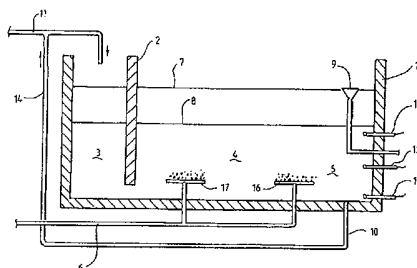
Dr. Karel Čermák, Národní 32, Praha 1, 11000

(54) Název vynálezu:

**Způsob zpracování odpadního materiálu a
zařízení k provádění tohoto způsobu**

(57) Anotace:

Způsob zpracování odpadního materiálu, který zahrnuje odstraňování zvolených složek z odpadu a zařízení k provádění tohoto způsobu, které obsahuje reaktor nebo řadu reaktorů vzájemně propojených sdílenou kapalinou pro příjem odpadu, který má být zpracován, ve formě přítoku. Přítok je tvořen biomasou obsahující odpad a mikroorganismy, která je akineticky mísená bez provzdušňování nebo mechanického prostředku pro posílení biologického vločkování a agregace a je aerobně mísená a zpracována díky řízené metabolické aktivitě mikroorganismů, přičemž pro řízení aktivity mikroorganismů se použije monitorování míry spotřeby kyslíku nebo míry potenciální spotřeby kyslíku biomasou, které určí požadované množství kyslíku, které má být dodáno do biomasy, a toto množství se v reaktoru udržuje, dále určí periodu provzdušňování biomasy a koncentrace rozpuštěného kyslíku potřebnou pro zachování předem stanovené rychlosti spotřeby kyslíku nebo hodnoty odpovídající zachování POUR/OUR poměru biomasy tak, aby se vytvořily podmínky, za kterých bude probíhat účinné odstraňování zvolených složek z odpadu. Výhodnými zvolenými složkami, které je třeba odstranit z odpadu, jsou dusíkaté materiály, uhlíkaté materiály a/nebo materiály obsahující biologický fosfor nebo jejich deriváty.



CZ 294826 B6

Způsob zpracování odpadního materiálu a zařízení k provádění tohoto způsobu

Oblast techniky

Vynález se obecně týká zlepšení způsobu ošetření odpadní vody a zejména metodologie ošetření odpadní vody využívající mikroorganismy a prostředky pro kontrolu metabolické aktivity těchto mikroorganismů v aktivovaném kalovém reaktoru s variabilním objemem, který je přetržitě provzdušňován a dekantován. Vynález se týká zejména způsobů kontroly metabolické aktivity dispergovaných rostoucích mikroorganismů, které by přenesly uspokojivé výsledky, pokud jde o 1) odstranění uhlíku a uhlíkatého materiálu (měřeno COD, BOD a TOC), 2) odstranění dusíku (měřeno TKN, $\text{NH}_3\text{-H}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$) a 3) odstranění fosforu (měřeno PO_4) z odpadní vody regulací dodávky kyslíku, v závislosti na naměřené spotřebě kyslíku biomasou obsaženou v nádrži reaktor, a zařízení k provádění těchto způsobů. Vynález nachází uplatnění zejména při zpracování odpadních vod vznikajících v domácnostech, odpadních vod vznikajících v průmyslu nebo směsi obou těchto typů. Vynález se zaměřuje zejména na maximalizaci odstraňování biologicky degradovatelných materiálů obsažených ve vodě pomocí mikroorganismů, přičemž tato maximalizace se realizuje optimalizací metabolické aktivity mikroorganismů, které se použijí v jednokrokovém kalovém reakčním způsobu.

Dosavadní stav techniky

Je třeba si uvědomit, že v celkovém biologickém společenství, které je zapotřebí udržet v reaktoru, by měly existovat alespoň čtyři hlavní druhy nebo rodiny mikroorganismů. Těmito mikroorganismy jsou mikroorganismy, které zpravidla vyvolávají selektivní odstranění sloučenin uhlovdanového typu, mikroorganismy, které zpravidla oxidují dusíkové sloučeniny na dusičnanový dusík, mikroorganismy, které zpravidla denitrifikují dusičnan na plynný dusík a mikroorganismy, které se zpravidla podílejí na obohacování biologického fosforu a na celkové hydrolýze degradovatelných těkavých pevných látek, ze kterých takto vzniká rozpustný, degradovatelný substrát. Společenství tvořící biomasu může obsahovat až 20 000 druhů mikroorganismů.

Ačkoliv bude vynález popsán s důrazem na zpracování průmyslové odpadní vody a odpadní vody z domácností a na metodologii těchto zpracování je zřejmé, že se neomezuje jen na tyto aplikace a lze ho využít při zpracování libovolného typu biologicky degradovatelné odpadní vody a libovolného typu odpadu obsahujícího vodu nebo odpadu obsahujícího specifický druh nečistot nebo zde popsaných kontaminujících látek.

Konvenčně aktivované kalové zpracování vyžaduje detailní informace o kalové aktivitě, na jejichž základě lze řídit zpracování tak, aby se dosáhlo požadovaných výsledků. Potřebné informace poskytnou v daném oboru známé analýzy, zpravidla analýza BOD (celková), COD (celková), BOD (rozpustný), COD (rozpustný), TKN, ORG-N , $\text{NO}_3\text{-N}$, orthofosforečnanu, celkového fosforečnanu, pH a alkalinity jak přítoku, tak odtoku. Měření prováděná přímo v nádrži reaktoru zahrnují měření koncentrace rozpuštěného kyslíku, koncentrace směsi pevných látek suspendovaných v kapalině, koncentrace směsi takových pevných látek suspendovaných v kapalině, objemu usazeného kalu, degradovatelné frakce biomasy (pomocí aerobního trávení biomasy v průběhu 28 dní). Pro automatickou kontrolu a řízení jediného aktivovaného kalového reaktoru s variabilním objemem, které by vedlo k dosažení vysoké úrovně odstranění uhlíku, dusíku a fosforu bez zvýšení objemu kalů, se použijí prosté parametry, jakými jsou potenciální spotřeba kyslíku (POUR) a okamžitá spotřeba kyslíku.

Vynález se týká základního aktivovaného kalového reaktoru pro zpracování odpadní vody, který je konfigurován pro dokonalé směřování. Přestože výhodné provedení používá vsádkový způsob využívající přetržitě provzdušňovaný a dekantovaný reaktor s variabilním objemem, lze popsanou technologii rovněž aplikovat na způsob využívající nepřetržitě provzdušňovaný reaktor s kons-

tantním objemem, určený pro dokonalé směšování. Klíčovými slovy, jsou vsádkově plněný, přerušovaný provzdušňovaný, dokonale směšující a nádrž reaktoru. V rámci vynálezu lze použít řadu aktivovaných kalových reaktorů propojených pomocí potrubí nebo jiných prostředků, případně doplněných prostředky pro přerušování proudění mezi jednotlivými reaktory. Poslední reaktor v každé řadě reaktorů je označen jako hlavní reaktor, z něhož odtéká biologicky ošetřený odtok. V daném oboru je známo, že reaktor může mít formu kalojemů se sešikmenými stěnami, přičemž těmito stěnami jsou pórovité, cementem stabilizované stěny nebo cementové zádržné stěny, nebo formu konvenční nádoby se zpevněnými cementovými stěnami nebo formu strukturní ocelové nádoby. I když mohou být výhodně různé tvary a rozměrové poměry nádrží je důležité říci, že způsobem podle vynálezu může pracovat nádoba s libovolným geometrickým tvarem (čtvercová, obdélníková nebo kruhová).

Odborníkům v daném oboru je známo, že pro dosažení uspokojivé biologické nitrifikace a denitrifikace a pro zvýšení množství biologicky odstraňovaného fosforu je třeba dodržet celou řadu reakčních podmínek. Zejména nitrifikační reakce vyžaduje odpovídající dodávku anorganického uhlíku. Odstranění fosforu biologickými prostředky vyžaduje selektivní reakční podmínky, které jsou nezbytné pro život mikroorganismu. Mezi tyto požadavky patří substrát obsahující těkavé mastné kyseliny, častěji označovaný jako snadno degradovatelný rozpustný substrát. Kromě toho vyžaduje reakční podmínky, které představuje cyklicky se měnící, tzv. oxické, a anaerobní prostředí. V případě použití těchto výrazů je třeba podmínky ještě dále podrobněji definovat, například stupněm anaerobicity která spouští určité biologické reakce. Nepřítomnost kyslíku a dusitanu–dusičnanu není v současné terminologii dostatečná definice pro popis anaerobního prostředí, za něhož bude probíhat biologické odstraňování fosforu. Další anaerobní reakční podmínky vyžadují v případě, že se aplikují na fázové aktivované kalové zpracování, přesnější definici přičemž oxické, anoxické a anaerobní reakční podmínky lze realizovat na jediné kalové kultuře relativně jednoduchou manipulací s náplní a sekvencováním provzdušnění. Selektivní tlaky jsou dosaženy vystavením kultury tlakům způsobeným vysokým obsahem acetátového substrátu za sekvencování anaerobních, anoxických a oxických reakčních podmínek. Nepřítomnost dusičnanu a hodnota koncentrace rozpuštěného kyslíku nejsou dostatečné pro definování anaerobních podmínek, které způsobí, že příslušné druhy mikroorganismů uvolní svůj obsah polyfosforu. V současnosti je běžné popisovat vhodné reakční podmínky pomocí oxidačně-redukčního potenciálu surové kapaliny (hodnota EMF označuje standardní elektrodové měření za použití referenční elektrody, tvořené vodíkem nebo chloridem stříbrným). Tato hodnota musí být pro zajištění stupně definovatelné anaerobicity, která zajistí fosfát uvolňující mechanismus, silně záporná (–150 mV, vodíková referenční elektroda). Ukázalo se, že pokles hodnoty oxidačně-redukčního potenciálu směrem od kladných (oxidačních) podmínek k negativním (redukčním) podmínkám je přímo úměrný metabolické aktivitě biomasy při spouštěcím oxidačně-redukčním potenciálu. Stejná metabolická aktivita je funkcí množství reziduálních intracelulárních zásobních sloučenin udržovaných v kultuře. Biomasa, mající vysokou hodnotu spotřeby kyslíku v oxidačním prostředí, dosáhne rychleji zápornějších hodnot oxidačně-redukčního potenciálu v případě, že se oxidační reakční složka (kyslík) odstraní. Biomasy mající nižší hodnotu spotřeby kyslíku, bude tedy snižovat svůj oxidačně-redukční potenciál pomaleji. Biologické uvolňování fosforu bude probíhat při hodnotě, která je přibližně o 250 mV kladnější než hodnoty, které odpovídají redukci síranu na sulfid. Při použití dalších konvenčních zpracování za konstantního objemu je nezbytné rovněž definovat hydraulický retenční čas jako prostředek, zajišťující vhodné reakční podmínky. Na základě výzkumu pokusů a omylů bylo nalezeno rozmezí parametrů týkajících se uvedeného způsobu, přičemž pro specifikaci reakčních podmínek, které zajistí spolehlivé a kontinuální požadované provozní výsledky, se použila hodnota okamžité spotřeby kyslíku v biomase obsažené v jediném kalovém reaktoru. Aplikace těchto kontrolních parametrů na provoz výhodného provedení poskytne způsob, který bude lacinější než obecně přijaté konvenční metody a který bude mnohem jednodušší, pokud jde o řízení a provádění tohoto způsobu. Základní parametr se týká celkové úrovně aktivity biomasy, kterou lze odvodit na základě měření okamžité spotřeby kyslíku (OUR) a potenciální spotřeby kyslíku (POUR) touto biomasou. Provozní kontrola, používající tyto parametry, umožní použít nastavené

hodnoty, které umožní spolehlivě odstranit nečistoty a živiny a současně produkovat biomasu, která má vynikající separační vlastnosti pokud jde o separaci pevných látek a kapaliny.

- 5 Cílem vynálezu se tedy poskytnutí způsobu zpracování odpadů, který bude řešit alespoň jeden z problémů současně používaných metod a zařízení, a který by přesněji monitoroval provozní podmínky a parametry, související s účinností biomasy, například spotřebu kyslíku včetně potenciální spotřeby kyslíku.

10 Podstata vynálezu

Předmětem vynálezu je poskytnutí způsobu zpracování odpadu využívajícího kontrolovanou metabolickou aktivitu mikroorganismů biomasy obsahující odpad pro odstranění zvolených složek odpadu před likvidací zpracovaného odpadu, přičemž tento způsob je charakteristický tím, že zahrnuje monitorování a) alespoň jedné hodnoty spotřeby kyslíku biomasou, na jehož základě se určí množství kyslíku, které je třeba dodat do biomasy, a b) monitorování doby, po kterou je biomasa okysličována, jehož cílem je zachovat předem stanovenou míru spotřeby kyslíku, která umožňuje odstranění zvolených složek.

20 Způsob zpracování odpadního materiálu, který zbavuje tento odpadní materiál složek obsahujících organický uhlík, dusík a fosfor, řízením metabolické aktivity mikroorganismů jediné aktivované kalové biomasy, řízením provzdušňováním kombinovaným s cyklickým přerušováním provzdušňování a přerušovanou dekantací zpracovaného proudu v reaktoru (1), který pracuje s proměnlivým objemem, je otevřen do atmosféry a obsahuje první zónu (3) mající neprovzdušňovaný reakční objem a částečně odděleně od první reakční zóny v sériovém zapojení druhou nebo poslední zónu (4), která má cyklicky provzdušňovaný objem a která obsahuje prostředky pro zavádění rozpuštěného kyslíku řízeným provzdušňováním, přičemž obě zóny mají společnou maximální vodní hladinu (7), přičemž tento způsob spočívá v tom, že se

- 30 — do reaktoru (1) zavádí odpadní materiál;
- alespoň část obsahu druhé nebo poslední zóny se převede do první zóny (3), kde se smísí a reaguje se zaváděným nezpracovaným odpadním materiálem a následně proudí z první zóny (3) do druhé nebo poslední zóny (4), přičemž toto převedení probíhá, zatímco je
- 35 — alespoň druhá nebo poslední zóny (4) provzdušňována; a
- přeruší se proudění odpadního materiálu do první zóny (3), zatímco se tvoří supernatant a zatímco se zpracovaný proud odvádí z druhé nebo poslední zóny (4),

40 přičemž se

- monitoruje koncentrace rozpuštěného kyslíku v biomase;
- monitoruje koncentrace biomasy ve druhé nebo poslední zóně (4); a
- 45 — monitoruje hladina vrstvy překrývající kal ve druhé nebo poslední zóně (4),

přičemž

50 koncentrace rozpuštěného kyslíku v biomase se monitoruje v oblasti ležící ve směsi odpadního materiálu a mikroorganismů ve druhé nebo poslední zóně (4) nebo v trubici, skrze kterou je biomasa z této druhé nebo poslední zóny (4) čerpána a stanoví se rychlost využívání rozpuštěného kyslíku;

po ukončení odstraňování zpracovaného proudu proběhne sekvence provzdušňování, během které se odpadní materiál zavádí do druhé nebo poslední zóny (4) a které nastaví koncentraci rozpuštěného kyslíku na hodnotu nižší než 3 mg/l za současného zachování souběžně probíhající nitrifikace a denitrifikace; a

5

rychlost využití rozpuštěného kyslíku biomasou ve druhé nebo poslední zóně (4) se měří na konci provzdušňovací sekvence, naměřená rychlost se porovná s potenciální rychlostí využití kyslíku, která se určí měřením spotřeby kyslíku aktivovanou biomasou při přebytku rozpustného substrátu, a na základě tohoto srovnání se regulací doby trvání provzdušňovací sekvence a/nebo

10

proudu vzduchu během provzdušňování sekvence a regulací koncentrace biomasy ve druhé nebo poslední zóně (4) se nastaví rychlost využití kyslíku na hodnotu kritické respirační rychlosti, která je nižší než potenciální rychlost využití kyslíku.

15

Vynález se dále týká zařízení pro zpracování odpadního materiálu zbavující tento odpadní materiál složek obsahujících uhlík, dusík a fosfor řízením metabolické aktivity mikroorganismů jediné aktivované kalové biomasy, přičemž uvedené zařízení zahrnuje

20

- reaktor (1) otevřený do atmosféry a obsahujícího první zónu (3), která je částečně oddělena od druhé nebo poslední zóny (4) k umožnění společné hladiny (7) v obou zónách (3) a (4) a která je v sériovém zapojení s touto druhou nebo poslední zónou (4), která obsahuje prostředky pro zavádění rozpuštěného kyslíku;

25

- prostředek (11) pro zavádění odpadu do první zóny (3) reaktoru (1);

- transportní prostředky (10, 14) směsi kapaliny a mikrobiálního materiálu, které se nacházejí mezi druhou nebo poslední zónou (4) a první zónou (3) pro převod alespoň části obsahu druhé nebo poslední zóny (4) do první zóny (3);

30

- prostředek (6) pro převod vzduchu do druhé nebo poslední zóny (4) umístěný v druhé nebo poslední zóně (4);

- programovatelný logický řídicí prostředek pro řízení provozních sekvencí probíhajících v zařízení; a

35

- prostředek (9) pro dekantaci povrchové kapaliny umístěný v druhé nebo poslední zóně (4), a dále obsahuje:

- přístroj (13) pro monitorování koncentrace biomasy ve druhé nebo poslední zóně (4);

40

- detektor (15) pro monitorování polohy kalové vrstvy ve druhé nebo poslední zóně (4);

- senzor (12) pro monitorování koncentrace rozpuštěného kyslíku v biomase v místě uvnitř směsi odpadního materiálu a mikrobiálního materiálu ve druhé nebo poslední zóně (4) nebo v potrubí, kterým se biomasa z druhé nebo poslední zóny (4) odčerpává; a

45

- programovatelné logické kontrolní zařízení nastavené hodnotou profilu koncentrace rozpuštěného kyslíku společně s nastavenou hodnotou rychlosti spotřeby kyslíku, a ventily pro uzavěr přívodu vzduchu v potrubí pro zavádění vzduchu do druhé nebo poslední zóny (4).

50

Vynález se týká dimenzování aktivovaného kalového reaktoru (reaktorů), způsobu jejich provozu a automatické optimalizace množství kyslíku dodávaného do reaktoru (reaktorů), konkrétně optimalizace velikosti dávky a doby aplikace na základě sledování metabolické aktivity biomasy v hlavním reaktoru. Tato metabolická aktivita je sledována ve formě okamžité spotřeby kyslíku biomasou v hlavním reaktoru ke konci nebo na konci provzdušňovací sekvence. Po přerušení

55

dodávky vzduchu do hlavního reaktoru zůstane obsah reaktoru ještě alespoň 10 minut v pohybu, přičemž přirozený mísicí pohyb se spolu s časem postupně ustaluje. Hodnoty koncentrace rozpuštěného kyslíku se sledují a monitorují v intervalech 10 nebo 20 sekund. Pro sestavení křivky která by nejpřesněji vyjadřovala počáteční pokles koncentrace rozpuštěného kyslíku a tedy nominální hodnoty okamžité spotřeby kyslíku, se odečítá a matematicky zpracovává minimálně 10 hodnot. Tato data, která se vynášejí do grafu v závislosti na cyklickém objemu, volumetrickém zatížení, se týkají měření míry aktivity a maximální koncentrace rozpuštěného kyslíku, monitorovaných v průběhu cyklu. Rovněž se zaznamenává rychlostní profil ventilátoru a koncentrace rozpuštěného kyslíku. Vynález se týká údržby biomasy (směšové kultury mikroorganismů) mající volitelnou biologickou účinnost, která se měří na základě její spotřeby kyslíku, frakce těkavých suspendovaných pevných látek a frakce degradovatelných těkavých suspendovaných pevných látek, které budou definovány později, pomocí optimalizace přívodu kyslíku. Čidlo pro měření rozpuštěného kyslíku měří míru spotřeby kyslíku biomasou *in situ* a naměřená hodnota se použije pro kontrolu a regulaci přívodu kyslíku z čerpadla nebo kompresoru určeného pro vhánění vzduchu do reaktoru. U výhodného provedení reakční podmínky v hlavním reaktoru tvoří různé sledy odvzdušnění a provzdušnění. Provzdušňovací sekvence bude zpravidla kontinuální a bude probíhat v době, kdy se do nádrže (nádrží) přivádí nezpracovaná odpadní voda. Potom se provzdušňování ukončí a dojde k usazení biomasy v hlavním reaktoru a k následnému odstranění čiré supernatantové kapaliny z hlavního reaktoru. Jakmile se ukončí odstraňování odtoku, opět se do reaktoru začne zavádět vzduch a nezpracovaná odpadní voda a celý cyklus se opakuje. Tento cyklus může zpravidla trvat 4 hodiny, přičemž provzdušňování trvá zpravidla 2 hodiny. Nicméně je možné použít i další časové kombinace. Během cyklu se provedou dvě měření. První měření stanovuje pokles koncentrace rozpuštěného kyslíku v průběhu počátečních minut po ukončení provzdušňování. Lze odečíst i další mezihodnoty související s množinou provzdušňovací sekvence. Druhá hodnota se měří v okamžiku, kdy se opět spustí přívod vzduchu, při kterém přitéká do reaktoru nebo části reaktoru maximální proud kyslíku a po předem nastavený čas (to je proměnná, která se nastavuje pro každé zařízení, a to ne příliš často pomocí kalibrační metody). Změna koncentrace rozpuštěného kyslíku (dO_2/dt) roste a klesá a způsob, kterým se biomasa usazuje $d(MLSS)/dt$, jsou proměnné, ve kterých O_2 označuje koncentraci rozpuštěného kyslíku a (MLSS) označuje prostou koncentraci aktivovaného kalu. Obě tyto proměnné se mění v závislosti na čase jakmile se zastaví zavádění vzduchu do nádrže. Podobně se tyto parametry mění v závislosti na čase během počáteční periody provzdušňování. U výhodného provedení vynálezu je hlavní reaktor systému opatřen rozptylovými mřížkami a přívodním potrubím, které poskytují více než jednu reakční zónu v níž dochází v důsledku zavádění vzduchu k účinnému promíchávání. Minimálně jedna část hlavního reaktoru bude na začátku provzdušňovací sekvence provzdušňována. Biomasa z této směšovací zóny, provzdušňovaná na počátku provzdušňovací sekvence, se použije ke stanovení míry změny koncentrace kyslíku (přírůstku kyslíku) na začátku provzdušňovací sekvence. U výhodného provedení vynálezu je možné časově zvolit jednotlivé mřížkové zóny pro provzdušnění. U těch provedení, která mají jedinou mřížkovou sestavu se stejných výsledků dosáhne provzdušňováním celého objemu hlavního reaktoru.

Část vynálezu spočívá v měření míry spotřeby kyslíku uvnitř nádrže, jehož úkolem je stanovit množství kyslíku, které je třeba dodat do biomasy a doby trvání periody provzdušňování, potřebné pro udržení nastavené spotřeby kyslíku, která zase určuje reakční podmínky pro zpracování odpadní vody vsádkovou jednokrokovou technologií využívající jediný kalový reaktor. Nicméně měření a kontrola jsou pouze jednou částí vynálezu. Zpracování v nádrži reaktoru, které je popsáno jako výhodné provedení, úzce souvisí s tímto měřením. Odborníkům v daném oboru je známo, že příliš dlouhé provzdušňování hlavního reaktoru v postupných sekvencích rychle povede ke ztrátě metabolické aktivity biomasy obsažené v tomto reaktoru a následné neschopnosti této biomasy správně denitrifikovat a odstraňovat fosfor. Dlouhodobé provzdušňování biomasy rovněž povede k redukci vložkové agregace a tedy k nežádoucímu zvyšování koncentrace pevných látek suspendovaných v odtoku. Kontinuální provoz přestárlého kalu bude mít podobný dopad. Měření míry spotřeby kyslíku biomasou se použije pro vymezení rozsahu provozního stáří kalu.

Přehled obrázků na výkresech

5 Vynález bude nyní podrobněji popsán pomocí příkladů a v něm obsažených odkazům na doprovodné výkresy, na kterých:

obr. 1 schematicky znázorňuje jednu formu reaktoru podle vynálezu u které je jediný reaktor rozdělen na dvě oddělení;

10 obr. 2 schematicky představuje další formu reaktoru podle vynálezu, mající jednu nádrž s hlavním reaktorem a samostatnými pomocnými reaktory;

obr. 3 schematicky znázorňuje vložkovací anoxickodenitrifikační model použitý v rámci vynálezu;

15 obr. 4 znázorňuje graf závislosti spotřeby kyslíku na poměru koncentrace snadno degradovatelného rozpustného substrátu a koncentrace účinných mikroorganismů;

20 obr. 5 schematicky znázorňuje graf, zobrazující oxické, anoxické a anaerobní reakční podmínky vyjádřené jako naměřený oxidačně redukční potenciál objemové fáze; a

obr. 6 (a) až 6 (g) schematicky znázorňují alternativní formy reaktoru, mající různé uspořádání přívodních otvorů a výpustních otvorů včetně vícebodového přítoku a odtoku.

25 Příklady provedení vynálezu

I když je zřejmé, že reakční provedení může mít celou řadu forem, bude nyní pro účely vysvětlení vynálezu použito jednoduché provedení.

30 Obr. 1 schematicky znázorňuje jednu z forem jednoduchého nádržového reaktoru podle vynálezu. Reaktor na obr. 1 je znázorněn v řezu, příčka, nebo-li dělicí stěna 2, rozděluje nádrž reaktoru vymezenou stěnami 1 alespoň na dvě reakční zóny 3 a 4. Tyto reakční zóny vzájemně propojuje sdílená tekutina, přičemž toto propojení je realizováno pomocí trubek nebo pomocí
35 částečně otevřené plochy, vytvořené zavedením dělicí příčky. Prostředek pro rozptýlení vzduchu pro reaktivní oxidační složku, výhodně mřížka membránových difuzérů 5, přijímá proud stlačeného vzduchu z mechanického motoru 6. Prostředek pro přepravu obsahu zóny 4 hlavního reaktoru využívá regulační přepravní čerpadlo pro uvedení tohoto obsahu do kontaktu s přívodním proudem odpadu, přiváděným potrubím 11, a pro dopravu této směsi do reakční zóny 3.
40 Spodní hladina vody je označena vztahovou značkou 8 a horní hladina vztahovou značkou 7. Zatímco dochází k proudění v potrubí 10 a 11, tj. zatímco stoupá hladina vody z úrovně spodní hladiny 8 na úroveň horní hladiny 7, probíhá u tohoto provedení provzdušňování. Jakmile je tato sekvence ukončena, zastaví se provzdušňování, čímž se ukončí mísení a přeprava kyslíku a dojde k usazení míchaných pevných látek a ke vzniku supernatantové čisté kapaliny nad vrstvou
45 usazených pevných látek. Ve vhodném okamžiku se aktivuje dekantér a dojde k odstranění volumetrické hloubky tekutiny, ležící mezi hladinami 8 a 7. U tohoto provedení může být přítok 11 kontinuální nebo přerušovaný, přičemž odtok je díky provozu dekantéru 9 nutné diskontinuální. Čidlo 12 pro stanovení koncentrace rozpuštěného kyslíku je umístěno buď uvnitř zóny 4 hlavního reaktoru nebo uvnitř potrubí 14, vedoucí biomasu z hlavního reaktoru do přítoku 11.
50 Zařízení 13, které lze použít pro monitorování koncentrace biomasy v nádrži (směs pevných látek suspendovaných v kapalině) lze použít u výhodného provedení. Pro automatické kalové čištění odpadů lze rovněž použít vnitřní detektor 15 kalového mraku. Dvoupodlažní difúzní mřížkové sestavy 16 a 17 jsou tvořeny více než dvěma spádovými trubicemi opatřenými ventily. Je zřejmé, že nádrž hlavního reaktoru může být opatřena více než dvěma spádovými trubicemi opatřenými
55 ventily v závislosti na celkovém obsahu nádrže reaktoru a dosahu prostředků, určených pro

difúzní mísení a přepravu kyslíku. U jednotlivých provedení reaktoru se použije buď selektivní provzdušňování určitých oblastí, nebo provzdušňování celé oblasti.

5 Provedení reaktoru (reaktorů) podle vynálezu znázorněné na obr. 2 má podobné součásti jako reaktor znázorněný na obr. 1, přičemž pro identifikaci podobných znaků reaktoru jsou použity stejné vztahové značky.

10 Vynález se týká metodologie zpracování odpadních vod a prostředků pro řízení celkové metabolické aktivity dispergovaných růstových mikroorganismů uvnitř jediné kalové hmoty, která je potřebná pro dosažení požadovaných výsledků při souběžném odstraňování uhlíkatých sloučenin (měření COD, BOD a TOC), dusíku (měření TKN, $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ a $\text{NO}_3\text{-N}$) a fosforu (měření PO_4) z odpadní vody během vymezeného časového úseku opakujících se cyklických zpracovatelských operací. Vynález se týká prostředku pro měření spotřeby kyslíku v nádrži a pro regulaci 15 přívodu kyslíku, které jsou potřebné pro udržení stanoveného režimu reakčních podmínek, umožňujících odstranění uhlíku a/nebo dusíku a/nebo účinnější odstranění biologického fosforu pomocí jednotkového kalového zpracování používajícího jedinou nádrž. Tyto reakční podmínky jsou závislé na nastavené hodnotě spotřeby kyslíku, která určuje životnost mikrobiální populace při nastaveném provozním stáří kalu, a jsou stanoveny na základě usazování tohoto kalu. Odpadní vodou může být v podstatě odpadní voda z domácností nebo průmyslová odpadní voda 20 nebo směs obou těchto typů odpadních vod.

Odpadní voda vznikající v domácnostech je odpadní voda, která obsahuje zejména lidský odpad (fekálie, moč) odpadní vodu vznikající při koupání, praní a přípravě jídla. Průmyslová odpadní 25 voda je zejména odpadní voda, která vzniká při výrobě produktů a zejména odpadní voda, která je biologicky degradovatelná. Technologie, používající pro čištění odpadních vod reakce dispergovaného růstového mikrobiologického materiálu, jsou v literatuře dobře popsány viz například:

* Quirk T., Eckenfelder W. W. a Goronszy M. C., „Activated Sludge; State-of-the-Art“. Critical Reviews in Environmental Control, CRC Press sv. 15, 2. vydání, 1985.

30 * Eckelfelder W. Wesley, Jr. „Industrial Wastewater Treatment“ McGraw Hill, 1991.

* Eckenfelder W. Wesley, Jr. „Principles of Water Quality Management“ C.B.I. Publishing Company, Inc., 1980.

35 Výše uvedené dokumenty popisují frakční složky odpadní vody a uvádějí, že relativní frakce těchto složek v průmyslových odpadních vodách a v odpadních vodách z domácností mohou být odlišné. Je třeba vzít v úvahu, že tyto frakce existují a jejich relativní hodnoty mohou mít dopad na metodologii použití vynálezu a provozní konfiguraci způsobu podle vynálezu.

40 Je třeba vzít v úvahu, že odpadní vody zpravidla obsahují rozpustné a nerozpustné složky, které zahrnují snadno degradovatelné rozpustné biologické látky; degradovatelné rozpustné organické látky, jejichž degradace neprobíhá tak rychle; nedegradovatelné rozpustné organické látky; snadno hydrolyzovatelný a degradovatelný částicový substrát; pomalu degradovatelný částicový 45 substrát a nedegradovatelný částicový substrát. Tyto substráty, jejich relativní koncentrace a jejich relativní koncentrace v závislosti na dalších složkách, například na TKN, $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, celkovém fosforu a orthofosforu, mohou mít velký vliv na množství a generování určitých dispergovaných druhů růstových mikroorganismů.

50 * Goronszy M.C. a Eckenfelder W. W., „The rate of the degradation of primary solids in activate sludge plants“ Proceedings Water Pollution Control Federation Conference, Toronto, Canada, říje, 1991.

55 Metodologie zpracování odpadních vod metodou aktivovaného kalu, tj. dispergovaným růstem mikroorganismů, zpravidla zahrnuje vytvoření oxického, anoxického a anaerobního reakčního

- Tyto režimy zpracování lze zpravidla popsat za použití koncentrace rozpuštěného kyslíku, dusitanového a dusičnanového dusíku, síranu a fosforečnanu a za použití hodnoty oxidačně-redukčního potenciálu (ORP), vztaženo ke standardní dusíkové elektrodě. Kladné hodnoty ORP zpravidla označuje oxidační podmínky, zatímco záporné hodnoty ORP zpravidla označují redukční podmínky. I když není definován vztah mezi ORP a koncentrací rozpuštěného kyslíku, způsobí přívod kyslíku, jako chemický zdroj kyslíku, posunutí hodnoty oxidačně redukčního potenciálu ke kladnějším hodnotám. Teplota může ovlivnit relativní hodnotu ORP a relativní hustotu mikroorganismů. Zejména odstranění uhlíkatých sloučenin a TKN sloučenin vyžaduje aerobní podmínky; odstranění $\text{NO}_3\text{-N}$ a $\text{NO}_2\text{-N}$ vyžaduje anoxické až anaerobní podmínky; odstranění fosforu vyžaduje cyklické vystavení biomasy nebo specifických frakcí biomasy v provzdušňované nádrži oxickým, anoxickým a anaerobním podmínkám; pro dosažení reakčních podmínek (ORP se pohybuje přibližně v rozmezí od 50 mV do -150 mV, vztaženo k vodíkové referenční elektrodě), která umožní všem zpracovatelským reakcím proběhnout. Pochopení jednotlivých mechanismů je důležité pro dané zpracovatelské výsledky, ale nikoliv pro popis výhodného provedení výnězu.

- Stačí pouze uvést, že zde použité režimy využívají soubor technických dat, která jsou nezbytná pro odstranění již popsaných složek v jediné kalové nádrži. Jako typická odpadní voda v domácnosti se použily odvážené 24 hodinové vzorky, ve kterých bylo naměřeno až 1000 mg/l COD, až 80 mg/l TKN a až 15 mg/l fosforu.

Tabulka 1

- Koncentrace zvolených složek v územních odpadních vodách

Složka	Koncentrace (mg/l), vztaženo k hodnotě znečištění odpadní vody		
	Silné	Střední	Slabé
(a) BOD	400	220	110
(b) COD	1000	500	250
(c) SS	350	220	100
(d) Dusík			
Celkem	85	40	20
Organický	35	15	8
Ve čpavku	50	25	12
V dusitanu	0	0	0
V dusičnanu	0	0	0
(e) Fosfor			
Celkem	15	8	4
Organický	5	3	1
Anorganický	10	5	3
(f) Alkalinita (jako CaCO_3)	150	100	50

Relativní množství uhlíku, dusíku a fosforu uvedená v tabulce I se značně liší od množství, která vyžaduje normální biologický růst. Tuto disproporci odráží proporcionální množství uhlíku a dusíku, stanovená empirickou analýzou buněčného materiálu $-C_5H_7NO_2-$ a skutečnost, že buňky obsahují přibližně 1 až 2 hm. % fosforu. To znamená, že při krátké době odpadu se do systému dostane podstatně vyšší množství uhlíku v porovnání s množstvím dusíku a fosforu (viz tabulka 2), což je nepříznivé pro usazování odpadu. Navíc přibližně 50 % organického uhlíku je za těchto podmínek při biologickém zpracování zoxidoováno na CO_2 .

Dusík a fosfor, pokud jsou obsaženy v přebytku oproti biologickým požadavkům, zpravidla zůstanou v biologicky zpracovaném odpadu. Forma, ve které se tyto živiny nacházejí v daném odpadu, se může podstatně lišit do formy, ve které se nacházejí v nezpracovaném přítokovém proudu.

Dusík je v surové odpadní vodě přítomen zejména jako organický dusík a čpavek, což je výsledek hydrolýzy močoviny a ta představuje hlavní složku moči. Při biologickém zpracování se část dusíku zabuduje do nové buňky a tento dusík je odstraněn jako biologický bal, zatímco většina zbývajících dusíku může mít formu čpavku nebo, v závislosti na provozních podmínkách, formu dusičnanu a v menším rozsahu dusitanu. Část organického dusíku je rovněž obsažena v odtoku.

Tabulka 2

Nerovnováha živin ve středně znečištěné územní odpadní vodě

Složka	Relativní poměr živin		
	Uhlík (mg/l)	Dusík (mg/l)	Fosfor (mg/l)
Typická biomasa ($C_5H_7NO_2$, & $P = N/5$)	60	14	2,8
Odpadní voda	BODS = 220 BOD _{ult} = 323 c = 120	NH ₄ -N = 25 Org.-N = 15 Celkový N = 40	10
Spotřeba při buněčném růstu (čistý výtěžek = 0,5) g uhlíku v buňce/g uhlíku v odpadu	60	14	2,8
Zbytková koncentrace v odtoku (mg/l)	–	26	7,2
Celkové odstranění (96)	100 %	35 %	28 %

Fosfor je přítomen v surové, nezpracované odpadní vodě ve dvou hlavních formách, organické a anorganické. V nezpracovaných odpadních vodách se ve skutečnosti nachází mnoho forem fosforových sloučenin, a to buď v roztoku, nebo v suspenzi. Anorganické rozpuštěné formy tvoří zejména orthofosforečnany a kondenzované fosforečnany, zatímco rozpuštěné organické formy představují organické orthofosforečnany.

Jeden ze specifických mechanismů se zaměřuje na vytvoření reakčních podmínek, které maximalizují počáteční rychlost odstraňování a skladování snadno degradovatelné rozpustné frakce přítokového proudu odpadní vody, zaváděné do zpracovatelského zařízení. Zpracovatelské zařízení je zde popsáno jako prostředek pro příjem odpadní vody, jako prostředek pro uvedení přítokového proudu odpadní vody do kontaktu s průmyslově aktivovanými mikroorganismy, jako prostředek pro udržení odpadní vody v kontaktu s degradačními mikroorganismy a jako prostředek pro separování zpracované vody od degradačních mikroorganismů. Provozní rozsah se týká generování nebo přítomnosti dostatečné koncentrace účinných mikroorganismů (X_0) potřebné pro rychlý průběh enzymatických reakcí, při kterých dochází k přenosu snadno degradovatelného rozpustného substrátu (S_0) z přítokového proudu odpadní vody, který se dostane do bezprostředního kontaktu se zmíněnými mikroorganismy, do bakteriální kultury a který je následně doprovázen generováním PHB, glukogenu a/nebo dalších meziproduktů (zásobních sloučenin) v buněčné struktuře reakčních mikroorganismů a posléze generováním glykokalyxu (koagulační polysacharidová sloučenina). Přenos substrátu z kapalně fáze do pevné fáze vyžaduje dodávku energie. Za měřitelných oxických reakčních podmínek se rychle zvyšuje poptávka po rozpuštěném kyslíku. Rozvážnou koncentraci kyslíku lze snadno měřit zavedením určitého množství rozpuštěného kyslíku do biomasy, přičemž spotřeba se měří jako koncentrace rozpuštěného kyslíku v závislosti na čase. S růstem relativní hodnoty poměru $S_0 : X_0$ roste maximální spotřeba kyslíku až do dosažení maximální nebo konstantní hodnoty. To je první reakční rozsah, který rovněž specifikuje množství odstraněného, snadno degradovatelného, rozpustného substrátu a rychlost odstraňování tohoto substrátu. Rychlost spotřeby kyslíku rovněž odpovídá rychlosti odstraňování substrátu rozpuštěného v kapalně fázi, což umožňuje formulovat vzájemnou energetickou závislost.

Měření degradace odpadní vody za použití rovnovážné koncentrace kyslíku předpokládá, že všechny reakce konzumující kyslík zahrnují rozpustný substrát podbiologické růstové reakce.

V dispergované růstové kultuře na jedné straně vznikají nové mikroorganismy a na druhé straně se žijící buňky ztrácejí v důsledku endogenního metabolismu, lýzy a předdatování. Čistá aktivní frakce biokultury je závislá na omezení frakce nedegradovatelných složek, stáří kalu (MCRT) a ztrátě životnosti buněk. Snížení dostupnosti potravy (počáteční plnění) nebo dlouhodobé provzdušňování kultury mající omezenou dostupnost potravy bude způsobovat ztrátu mikrobiální životnosti.

Přesun rozpuštěného kyslíku do kapalně fáze při plnění požadavku směsi odpadní vody a biokultury na dodání kyslíku je velmi náročný a složitý. Mezi nejdůležitější faktory, které je třeba zvážit, patří chemie vody, specifická geometrie a mechanismus přepravního zařízení, geometrie nádrže (šířka, délka a hloubka vody), přívod energie na jednotku objemu zavodněné nádrže, celková koncentrace rozpuštěných pevných látek, zbytková koncentrace rozpuštěného kyslíku, teplota povrchové napětí, střední průměr vzduchových bublin, retenční doba vzduchových bublin v kapalném médiu, poptávka obsahu nádrže po kyslíku, průtok vzduchu jedním zařízením pro přenos kyslíku, poměr plochy zařízení přivádějícího kyslík ku celkové ploše dna nádrže, koncentrace biokultury, stáří kalu, aktivní frakce biokultury, střední velikost částic biokultury a objem rozpuštěného kyslíku odstraněného pomocí biomasy (dále označovaný jako BIORATE).

Kyslík a jeho spotřeba při všech probíhajících reakcích včetně adsorpce a absorpce živin, jejich metabolismu a biologické pevné látky a následného rozpadu biomasy, jsou zvláště důležité. Poskytnutí kyslíku v odpovídajícím množství je tedy klíčovým prvkem pro použití technologie, která zpracovává odpad pomocí mikroorganismů a cyklicky vytvářeném aerobním a anaerobním prostředí tak, že účinně odstraňuje živiny oxidačními a redukčními prostředky, účinně akumuluje biologické pevné látky a účinně odstraňuje fosforečnany biologickými prostředky. Množství dodávaného kyslíku, jeho zbytková koncentrace a množství rozpuštěného kyslíku odstraněného biomasou (BIORATE) závislé na distribuci S_0/X_0 , obecně určují účinné růstové faktory pro různé skupiny mikroorganismů, obecně popsaných jako převážně vložující nebo převážně

vláknité formy. Nadměrný růst vláknitých forem je v rozporu s cíli ošetření, protože způsobuje přerušení provozního časového rozvrhu pro separaci pevných látek a kapaliny. Proto je důležité, aby byly pro biologický růst použity převážně vložkové mikroorganismy. Spojení výhodného provedení způsobu a řídicího prostředku, pracujícího na bázi účinného nastavení spotřeby kyslíku, se snaží řešit tento problém, spočívající v nadměrném růstu mikroorganismů.

Odstraňování živin jednotlivými mechanizmy adsorpce, biosorpce, oxidace a asimilace, spojené s maximálním rozpadem biologických pevných látek, vyžadují různé kyslíkové frakce. Užitečné využití kyslíku je přímo závislé na poměrných množstvích živin, odstraňovaných jednotlivými mechanizmy.

BIORATE je funkcí stavu biomasy a povahy rozpuštěného substrátu, který se nachází v kontaktu s touto biomasou. Kalový systém lze připravit tak, aby vykazoval maximální a minimální hodnotu BIORATE závisící na době provzdušňování a počátečním poměru S_o/X_o . Aktivní frakce biomasy ovlivňuje rozsah BIORATE, který tato biomasa vykazuje. Údaje odebrané z pětirádového reakčního systému s konstantním objemem a dokonalým směřováním demonstrují typické hodnoty a změny, ke kterým dochází.

20 Tabulka 3

Biorate a související parametry

S_o/X_o		MCRT	Biorate I
mg	mg^{-1}	d	$\text{mg O}_2\text{gVSS}^{-1}\text{h}^{-1}$
4,0		1	147
1,0		2	90
0,5		3	66
0,25		8	56
0,21		15	43
0,21		40	35

Tyto hodnoty byly získány při použití 70 minutové reziduální doby prvního reaktoru a 420 minutové reziduální doby celkového reaktorového systému.

Tabulka 4

30 S_o/X_o vs Biorate ($\text{mg O}_2 \text{ g}^{-1} \text{ VSS bod}^{-1}$)

S_o/X_o	0,056	0,062	0,113	0,182	0,197	0,388	0,437	1,00	4,0
Biorate	35,2	33,1	43,1	57,9	56,3	74,4	70,4	90,0	147

Okamžitou spotřebu kyslíku lze zpravidla měřit metodou využívající stolní váhu, u které se měří koncentrace rozpuštěného kyslíku, odčerpaného zoxidovaným vzorkem aktivovaného kalu izolovaného z provozního reaktoru v závislosti na čase, což je jednoduchý vsádkový test, který vyžaduje odebrání vzorku aktivovaného kalu z reakční nádoby, provzdušnění a umístění do

směšovacího reaktoru, do kterého se umístí senzor, měřící rozpuštěný kyslík a kam je znemožněn přítok kyslíku. Hodnoty koncentrace rozpuštěného kyslíku, v závislosti na čase, se odeberou, jakmile čidlo pro měření rozpuštěného kyslíku zaznamená, že dochází k odčerpávání kyslíku.

- 5 Respirační kontrola, která se v současnosti provádí u aktivovaného kalového zpracování, je složitá a nepřímá. Respirační hodnoty se měří pomocí měřicího přístroje, který je zpravidla tvořen uzavřenou směšovací respirační komorou, kterou prochází aktivovaný kal, kontinuálně čerpaný z reakčního provzdušňovacího tanku. Koncentrace rozpuštěného kyslíku se měří periodicky pomocí kyslíkového senzoru na vstupu stejně, jako na výstupu respirační komory, 10 čehož lze, kromě jiného, dosáhnout střídáním směru proudění pomocí ventilového systému. Měření obsahu kyslíku na vstupu a výstupu respirační komory je spojeno s problémem měření, který spočívá v tom, že obsah kyslíku uvnitř respirační komory se podstatně liší od obsahu kyslíku na vstupu a výstupu této komory, takže jsou získány chybná měření.
- 15 Cílem tohoto vynálezu je poskytnutí závodu pro zpracování odpadních vod (čističky) a způsobu zpracování odpadních vod, při kterém se metabolická aktivita biomasy udržuje na úrovni zajišťující biologické odstranění maximálního množství živin oxidačními a redukčními prostředky, přičemž udržení této úrovně se realizuje sledováním změn koncentrace kyslíku na konci provzdušňovací sekvence pomocí čidla, které poskytne informace o množství rozpuštěného 20 kyslíku, odstraněného pomocí biomasy (BIORATE) v hlavní reakční nádrži.

Závod pro zpracování odpadních vod (čistička) podle vynálezu obsahuje hlavní reaktor, který je schopen udržet odpadní vodu v kontaktu s biologicky účinnými degradačními mikroorganismy; 25 prostředek pro příjem odpadní vody v reaktoru; prostředek pro přepravu kyslíku, přičemž vzduch je zaváděn do hlavního reaktoru; řídicí prostředek pro řízení zmíněných sledů operací a nezbytné vybavení; prostředek pro detekci kyslíku, detekující relativní změny koncentrace rozpuštěného kyslíku přítomného v hlavním reaktoru; a řídicí prostředek při řízení množství kyslíku zaváděného do hlavního reaktoru tak, aby aktivita mikroorganismů nebyla neomezena množstvím kyslíku přítomným v hlavním reaktoru, přičemž detekce kyslíku se provádí v hlavním 30 reaktoru. Měření biomasy způsobem podle vynálezu se provádí v zařízení pro zpracování odpadních vod, využívajícím pro toto zpracování dispergované růstové biologické kultury, které obsahuje kombinaci níže uvedených prostředků:

- 35 prostředek pro udržení maximálního potenciálního Biorate ve vstupní neprovzdušňované reakční zóně pro kulturu, který směšuje přítokovou odpadní vodu s biomasou odčerpávanou z konečné reakční zóny hlavního reaktoru; prostředek pro zavádění rozpuštěného kyslíku do specifikované reakční zóny (zón) hlavního reaktoru, který pracuje v předem zvoleném dosahu a s předem naprogramovaným sledem provzdušňování; prostředek pro přerušení přítoku odpadní vody do 40 vstupní reakční zóny; prostředek pro odstranění frakce supernatantové čiré zpracované odpadní vody, přičemž toto odstranění se provádí po usazení pevných látek během neprovzdušňování; prostředek pro detekování a měření polohy rozhraní biologického kalu; prostředek propojující hodnoty, získané pro rozhraní s programem pro biologické zpracování odpadů, s detekcí polohy biologického kalu; prostředek pro automatické nastavení časové posloupnosti automaticky probíhajících operací; prostředek pro řízení hlavního reaktoru jako dokonale směšovací jednotky 45 s proměnným objemem; prostředek pro měření BIORATE v konečné reakční zóně hlavního reaktoru pomocí senzoru pro měření koncentrace rozpuštěného kyslíku správně umístěného v této nádrži; prostředek pro měření změny koncentrace rozpuštěného kyslíku a pro provedení srovnání s okamžitou respirační hodnotou za účelem řízení množství rozpuštěného kyslíku, zaváděného do zpracovatelského systému; prostředek pro vytvoření maximální hodnoty poměru potenciální 50 spotřeby kyslíku (spotřeba určená směšováním přítokového proudu odpadní vody a biomasy přiváděné z hlavního reaktoru) ku spotřebě kyslíku v hlavním reaktoru; prostředek pro automatické nastavení doby trvání provzdušňovací sekvence, která je měřena a vypočtena pomocí okamžité respirační hodnoty; prostředek pro optimalizování využití provzdušňovací energie nebo síly pro nitrifikaci a denitrifikaci; prostředek pro řízení systému pomocí řízení 55 hodnoty BIORATE, které povede k maximálnímu biologickému odstranění fosforu; prostředek

- pro řízení provozu, při kterém výstupní provzdušňovací zóny hlavního reaktoru pracuje při okamžité respirační hodnotě, odpovídající biologickému klidovému stavu (upraveno pro aktivní frakci biomasy); prostředek, využívající hodnotu poklesu koncentraci rozpuštěného kyslíku, ke které dojde v důsledku přerušení proudění vzduchu do nádrže a algoritmů ustálení koncentrace biomasy k získání parametrů BIORATE; prostředek pro odstraňování supernatantové kapaliny, umístěný přibližně 20 cm pod povrchem kapaliny, pracující konstantní rychlostí a odstraňující kapalinu až do okamžiku, kdy její hloubka ve výhodném provedení nádrže, jejíž hloubka je 5 až 6 metrů, dosáhne přibližně 2 metrů.
- 10 Zařízení pro zpracování odpadní vody může být tvořeno jedním nebo několika reaktory a minimálně jedním hlavním reaktorem. U výhodného provedení je zařízení pro zpracování odpadních vod tvořeno alespoň dvěma reaktory v prostředku, umožňujícím komunikaci tekutiny. Jedno provedení zařízení je tvořeno několika reaktory, vzájemně propojenými tokem tekutiny, přičemž jednotlivé složky, jakými jsou například dusík, fosfor, uhlík apod., se společně odstraňují
- 15 v různých reaktorech. U dalšího provedení se obsah kyslíku v reaktorech podstatně liší.

Zvláště výhodné provedení zařízení pro zpracování odpadních vod obsahuje alespoň dva reaktory, přičemž první reaktor představuje množinu zón, zpravidla neprovzdušňovaných, ve kterých dochází k absorpci a biologickému uvolnění fosforu; a druhý reaktor, který pracuje za cyklicky se střídajících oxických, anoxických a anaerobních podmínek a ve kterém dochází k mikrobiálnímu rozpadu uhlíkatých sloučenin a TKN sloučenin v odpadní vodě a mikrobiálnímu odstranění $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ a fosforu z odpadních vod, přičemž oba reaktory jsou propojeny proudem tekutiny.

20

25 Další provedení zařízení pro zpracování odpadu obsahuje hlavní reaktor a provozní podmínky uvnitř tohoto reaktoru se nastaví tak, aby docházelo k cyklickému střídání již definovaných aerobních, anoxických a anaerobních podmínek.

Prostředky pro detekci kyslíku mohou být libovolné prostředky pro detekování rozpuštěného kyslíku. Tento detekční prostředek výhodně detekuje rozpuštěný kyslík. Oxidační detekční prostředek je výhodněji elektronické kyslíkové čidlo, které je schopno naměřit hodnoty změny koncentrace rozpuštěného kyslíku představující 4 až 20 mA základního kontrolního signálu pomocí počítače a další programovatelné logické řídicí jednotky generující výstupní signály, která umožňuje interaktivní řízení hodnoty vzduchu zaváděného do reaktoru na základě nastaveného koncentračního profilu. Výhodněji se koncentrace kyslíku sleduje jako výsledek provzdušňování směsi odpadní vody a mikrobiálního kalu v hlavním reaktoru.

30

35

Koncentrace kyslíku se zpravidla nastavuje během zpracování vody. Koncentrace kyslíku ve směsi odpadní vody a mikroorganismů se nastavuje výhodně v průběhu provzdušňování. Koncentrace přítomného kyslíku se řídí zpravidla nastavením doby trvání provzdušňovací sekvence a/nebo nastavením přítoku vzduchu během této provzdušňovací sekvence. Proud vzduchu lze regulovat pomocí mechanismu řízení rychlosti na generátoru dodávajícím vzduch nebo v proudu vzduchu pomocí takových kontrolních mechanismů, jakými je například vhodný regulační ventil nebo další prostředky, specifické pro zařízení přivádějící kyslík. Řízení proudu vzduchu některým z prostředků má za následek řízení množství rozpuštěného kyslíku dopravovaného do hlavního reaktoru.

40

45

Kyslíkový senzor je výhodně umístěn uvnitř hlavního reaktoru. Kyslíkový senzor je umístěn konkrétně uvnitř směsi odpadní vody a biologických organismů. Kyslíkový senzor je výhodněji umístěn přibližně 30 cm od libovolného povrchu podlahy hlavního reaktoru. Alternativně lze senzor umístit do trubice, kterou je biomasa odčerpávána z hlavního reaktoru. U výhodného provedení vynálezu kyslíkový senzor vypočte okamžitou spotřebu kyslíku v nádrži na základě součtu endogenní nebo bazické spotřeby kyslíku a spotřeby kyslíku při oxidaci snadno biologicky degradovatelných substrátů, například substrátů majících uhlíkovou a dusíkovou formu v závis-

50

losti na mikroorganizmech, které jsou přítomny a stárí provozního kalu použitého v systému, pokud se dají do souvislosti s nadmořskou výškou a teplotou.

5 Experimentální práce ukázaly, že existuje vztah mezi poměrem potenciální spotřeby kyslíku a schopností usaditelnosti kalu za předpokladu, že koncentrace rozpuštěného kyslíku není omezující. Další vztah existuje mezi hodnotou okamžité spotřeby kyslíku a hodnotou poklesu
10 oxidačně-redukčního potenciálu. Hodnota okamžité spotřeby kyslíku přesahující hodnotu endogenní spotřeby kyslíku je rovněž závislá na množství zásobního, snadno degradovatelného substrátu, zůstávajícího v biomase a schopností této biomasy podílet se na kvantitativním zvýšení fosforu, odstraňovaného pomocí mikroorganismů. Vynález rovněž poskytuje prostředek pro
15 udržení množství přiváděného kyslíku (provzdušňováním) na hodnotě, která přibližně odpovídá poptávce biomasy po kyslíku, čímž způsobí, že aerobní degradační mechanismy budou probíhat při optimálním využití energie generované přívodem kyslíku. Předmětem vynálezu je rovněž poskytnout automatické prostředky pro nastavení délky provzdušňovací sekvence, množství mikroorganismů, které mají být přítomny v hlavním reaktoru a požadovaného koncentračního
20 profilu rozpuštěného kyslíku na základě výsledné spotřeby kyslíku, naměřené na konci provzdušňovací sekvence a hodnoty POUR/OUR poměru.

20 Takže cílem vynálezu je dosáhnout v praxi v podstatě úplné souběžné probíhající nitrifikace a denitrifikace a kvantitativní zlepšení mechanismů odstraňování fosforu pomocí mikroorganismů, které jsou odborníkům v daném oboru dobře známy.

25 Jedno provedení zařízení na zpracování odpadu podle vynálezu obsahuje jeden nebo více reaktorů, přičemž první reaktor je spojen s přívodním potrubím, ve kterém je odpadní voda směřována s mikroorganizmy obsaženými v kapalině přiváděné z posledního reaktoru.

30 Výhodné provedení reaktoru podle vynálezu představuje vsádkový reaktor, který v podstatě pracuje v průběhu provzdušňovací sekvence, kdy je do rektoru zaváděna směs přitékající odpadní vody z domácností a směsné kapaliny obsahující pevné látky z tohoto vsádkového reaktoru, jako dokonale mísící reaktor, i když s variabilním objemem.

35 Ještě výhodnější je, pokud se směs odpadní vody a mikroorganismů zavádí po celou dobu provzdušňování. Tato směs je následně podrobena neprovzdušňovacímu cyklu, během kterého dojde k separaci vrstvy tvořené pevnými látkami a horní supernatantové vrstvy. Sled provozních podmínek a operací se ukončí odstraněním frakce horní supernatantové vrstvy z hlavního reaktoru pomocí dekantačních prostředků. Celý cyklus se následně opakuje.

40 Řízení a měření respirační kapacity biomasy přímo v hlavním reaktoru je možné provádět za použití dokonale směšovací provzdušňovací a odvzdušňovací operace, která se provádí u výhodných způsobů zpracování odpadu za použití aktivovaného kalu, uloženého v reaktoru s proměnlivým objemem. Rovněž je možné kontrolovat vývoj zpracování v provzdušňovací reakční sekvenci přerušením proudu vzduchu a následným měřením poklesu koncentrace rozpuštěného kyslíku.

45 Současná sprážená respirometrie, která se zpravidla používá při měření koncentrace rozpuštěného kyslíku na výstupu respirometrické komory oddělené od hlavního aktivovaného kalového reaktoru, který má stejnou hodnotu koncentrace rozpuštěného kyslíku jako respirační komora, přičemž tato hodnota by neměla být omezující. Pokud je to nezbytné, měl by být aktivovaný kal před vstupem do respirační komory provzdušněn. Respirační hodnota se zpravidla měří při
50 průtoku respirační komorou každou minutu, přičemž počáteční hodnotou pro měření je rovnovážná hmotnostní koncentrace kyslíku. Okamžitá respirační hodnota je definována jako spotřeba kyslíku v hlavním provzdušňovacím tanku. Pro naměření této hodnoty se aktivovaný kal z hlavního provzdušňovaného reaktoru kontinuálně čerpá do sprážené separované respirační komory, jejíž okamžitá respirační hodnota odpovídá okamžité respirační hodnotě v nádrži hlavního reaktoru
55 obsahující aktivovaný kal za předpokladu, že obsah kalu v respirační komoře odpovídá obsahu

v provzdušňovacím tanku. Shodnost obsahu kalů se udržuje pomocí přítokového proudu, který je kontinuálně zaváděn v určitém poměru do kalu, proudícího do respirační komory.

$Q_{sam} = Q_{in} V_{res}/V_{at}$

5 Q_{sam} = přítok přiváděn do respirační komory

Q_{in} = přítok

V_{res} = objem respirační komory

V_{at} = objem provzdušňovacího tanku

- 10 Ve všech případech se sprážená respirace měří ve zmenšené verzi organického obsahu hlavního provzdušňovaného reaktoru aktivovaného kalového zařízení. Počet respiračních hodnot je tedy identický, přičemž endogenní respirační hodnota je zpravidla definována jako spotřeba kyslíku aktivovaným kalem, který byl hodinu a půd provzdušňován bez plnění. Maximální respirační
- 15 hodnota je definována jako spotřeba kyslíku aktivovaného kalu obsahujícího přebytek rozpuštěného substrátu (snadno biologicky degradovatelná hmota). Tato hodnota se naměří pokud se do kalu proudícího do respirační komory kontinuálně zavádí nadbytečné množství přívodního proudu. Okamžitá respirační hodnota je definována jako spotřeba kyslíku aktivovaným kalem proudícím přímo z dokonale promíseného provzdušňovaného tanku skrze respirační komoru. Tato
- 20 hodnota je zpravidla nižší než okamžitá respirační hodnota v provzdušňovacím tanku. Absolutní hodnota okamžité respirace závisí na době měření v respirační komoře. Maximální respirační hodnota biomasy se rovněž shoduje s její potenciální kyslíkovou spotřebou.

- Provedení vynálezu využívá pro řízení provozu aktuální respirační hodnoty, naměřené uvnitř provzdušňovacího reaktoru (hlavního reaktoru) a nikoliv hodnoty naměřené ve vložené („inline“) samostatné detekční jednotce, jak je tomu v současné praxi zvykem.
- 25

- Okamžitá respirační hodnota u výhodného provedení vynálezu představuje součet endogenní respirace a spotřeby pro oxidaci snadno biologicky degradovatelného substrátu jak uhlíkové, tak dusíkové formy, přičemž dusíková forma substrátu se vyskytuje pouze v případě selektivního
- 30 růstu nitrifikační biomasy. Při maximální respirační hodnotě dojde k přetížení aktivovaného kalu, což povede k neúplnému odstranění snadno biologicky degradovatelného substrátu. To znamená, že kritická respirační hodnota leží mezi maximální a základní respirační hodnotou a při této hodnotě jsou splněny požadavky na kvalitu odtoků a odstranění snadno biologicky degradovatelného substrátu je rovněž dostačující. Nikdy by nemělo dojít k omezení oxidační kapacity. Je
- 35 nezbytné, aby kinetické procesy, které využívají rozpuštěný kyslík byly ukončeny během doby, která je poskytnuta pro ukončení těchto reakcí. V případě nitrifikačních mechanismů musí být poptávka po kyslíku uspokojena množstvím kyslíku dodaným v čase vymezeném na základě respiračních měření. Nejprve je třeba stanovit pomocí manuálních prostředků obsah kalu okamžité respirační hodnoty a koncentraci rozpuštěného kyslíku. Je výhodné, pokud okamžitá
- 40 respirační hodnota vždy odpovídá kritické okamžité respirační hodnotě nebo k ní blíží. V tomto případě nikdy nedojde k přetížení aktivovaného kalu, který pracuje při maximální přijatelné hodnotě. Celkové množství aktivovaného kalu, udržovaného v systému je tedy optimální a metabolická aktivita biomasy může být udržována na přijatelných hodnotách, které jsou rovněž příznivé pro reakce, odstraňující další živiny. Manipulací s koncentrací biomasy, dobou provzdušňování a hodnotou dodávaného kyslíku lze dosáhnout ideální konstantní respirační hodnoty.
- 45

- V daném oboru je známá celá řada způsobů řízení systému na zpracování odpadních vod využívajících růst dispergovaných mikroorganismů. Tyto systémy zpravidla zahrnují jeden nebo několik propojených reaktorů, přičemž alespoň jeden z nich, kterým proudí směs odpadní vody
- 50 a mikroorganismů je při konstantním poměru kontinuálně provzdušňován. Poslední nádrž tohoto systému je „statická“ neprovzdušňovaná nádrž, ve které dochází k separaci pevných látek a kapaliny, přičemž čirý, přetokový supernatant představuje zpracovaný (vyčištěný) odtok a spodní proud pevných látek je směřován do odpadu a reakčních nádob. Rovněž dochází k různým recyklačním prouděním. Přesto, že je k popisu vynálezu využita právě tato konfigurace,
- 55 není pro aplikaci vynálezu nikterak omezující. Výhodné provedení vynálezu používá objem

vsádkového reaktoru, který v průběhu provzdušňovací sekvence pracuje v podstatě jako dokonale směřující reaktor i když s variabilním objemem a během této doby je do reaktoru zaváděn kombinovaný proud přitékající odpadní vody a proud smíšené provozní kapaliny, obsahující pevné částice odčerpávané z tohoto reaktoru.

5

Výhodné provedení tohoto vynálezu je specifické generováním příznivých reakční podmínek a nikoliv specifickým počtem reaktorů a počtem zón objemů reaktorů, kterými uvedené reakční složky prochází. Objemová frakce, popsaná jako vsádkový reaktor, je v průběhu specifického provzdušňovacího cyklu podrobena dokonale směřovacímu provzdušnění. Následuje specifická sekvence, při které neprobíhá provzdušňování a během které dojde k separaci vrstvy pevných látek a horní supernatantové vrstvy, přičemž relativní hloubky jsou závislé na historii kontaktu proudů přírodního proudu odpadní vody a koncentraci proudů pevných látek ve smíšeném proudu kapaliny a pevných látek, čerpaném z hlavního dokonale směřovaného objemu reaktoru do přítokového proudu odpadní vody za účelem směřování. Toto provedení provozu vyžaduje prostředek pro odstranění specifické frakce supernatantové horní vrstvy v průběhu pokračující neprovzdušňovací sekvence. Jakmile se tato operace ukončí, bude pokračovat provzdušňovací sekvence s dalším směřováním již popsaných reakční složek.

10

15

20

Tento způsob řízení technologie zpracování odpadu, využívající vsádkový reaktor, se nejjednodušší provádí ve více než jednonádržovém modulu. Cykly provzdušňovacích operací lze snadno nastavit po dvou hodinách a jejich násobcích. Provedení vynálezu lze snadno vysvětlit jako dvou-nádržovou operaci přesto, že se vynález neomezuje pouze na nádržové moduly. Odborníci v daném oboru jsou schopni extrapolovat dvounádržovou operaci použitou v této diskusi.

25

I když protiproudé reakční objemy mají také podstatný vliv na účinnost zpracovatelské technologie, je základním požadavkem, aby hlavní objemová frakce objemu vsádkového reaktoru, tvořící více než 50 %, byla podrobena komplexním mísicím reakčním podmínkám, vytvořeným za použití specifického zařízení umožňujícího provádět kombinované provzdušňování a mísení.

30

I když je výhodné, pokud se pro provzdušňování použije systém rozptýleného provzdušňování, neomezuje to nezbytně aplikaci vynálezu. V příkladném provedení vynálezu budou popsány dvě sestavy. Obě konfigurace vyžadují použití čidla pro sledování rozpuštěného kyslíku mající přijatelnou dobu odezvy pro měření hodnoty změny koncentrace rozpuštěného kyslíku (dO_2/dt).

35

Předcházející diskuse vysvětlila důležitost poptávky a dodávky rozpuštěného kyslíku v závislosti na obsahu substrátu, době aplikace kyslíku a životaschopné frakci biomasy.

40

První konfigurace vyžaduje použití vhodného senzoru pro sledování koncentrace rozpuštěného kyslíku doplněného elektronikou nezbytnou pro měření hodnoty změny koncentrace rozpuštěného kyslíku, která se zpracuje pomocí specifického počítače nebo další logické řídicí jednotky, která bude zase generovat výstupní signály jako řídicí signály pro řízení množství vzduchu zaváděného do dokonale promíchávaného reaktoru (a/nebo dalších objemů reaktoru propojených pomocí tekutiny) během provzdušňovací sekvence. Interaktivní řízení používá pro regulaci koncentrace vzduchu mechanismus řídicí rychlosti proudění, nebo vhodný regulační ventil jako prostředek pro omezení proudu vzduchu. Regulace proudu vzduchu oběma prostředky má za následek regulaci hmotnosti rozpuštěného kyslíku, přeneseného do dokonale promíchávaného vsádkového reaktoru.

45

50

První výhodné provedení vynálezu vyžaduje minimálně jednu reakční nádobu, výhodně pracující jako vsádkový reaktor, který pracuje jako aktivovaná kalová reakční nádrž s variabilním objemem. Během procesu plnění a provzdušňování, ve kterém se použije více než jedno oddělení nádoby, budou tato oddělení vzájemně propojena pomocí tekutiny.

Důležitým znakem vynálezu je způsob a prostředky, pomocí kterých se odpadní voda, která má být zpracována, zavede do reakčního prostředí. Rovněž důležitý je počáteční hmotnostní poměr aktivovaných kalových pevných látek, který je získán uvedením těchto kalových pevných látek do kontaktu s přítokovým odpadním proudem. Dalším důležitým parametrem je doba vzájemného působení mezi těmito proudy a prostředky, které umožňují nepřetržitý průběh promíchávání a mísení zmíněných dvou proudů. Jedním způsobem používaným pro tyto účely v průmyslu, jsou buď elektricky pracující vrtule s fixovaným, nebo pohyblivým povrchem, které usměrní pohyb proudu a promíchávají pevné látky a kapalnou fázi. Tento prostředek lze použít v rámci vynálezu. Výhodné provedení vynálezu obsahuje nesespecificky instalované vybavení označeného typu. Míchání v tomto vynálezu je způsobeno převážně provozem provzdušňovacího prostředku, který je potřebný pro aerobní degradační procesy a anoxické degradační rozklady, a nebo navržením kombinovaných proudových podmínek zavedením potrubí, kanálků směrových přepážek.

Ukázalo se, že prostředky pro zavádění aktivovaných kalových pevných látek a odpadní vody a předem určeném poměru, čas, po který tyto dva proudy proudí ve vzájemném kontaktu a způsob přirozeného kinetického mísení, který se použije během počáteční kontaktní reakční periody, jsou rozhodující a podstatné pro účinné provádění způsobu. Bez snahy omezit rozsah vynálezu, se kombinovaná počáteční reakční doba nastaví tak, aby zajistila minimálně 65 % odstranění frakce snadno degradovatelného rozpustného substrátu, obsažené v odpadní vodě. Obsah této frakce v odpadních vodách se může případ od případu lišit. Zpracování vzorku odpadní vody získané z domácnosti, která obsahovala přibližně 300 mg/l BOD a přibližně 600 mg/l příbuzných COD, při kterém došlo ke spotřebě 25 % frakce snadno degradovatelného rozpustného substrátu, poskytlo dobré provozní výsledky. Provozní reakční doba daná dvacetiaž šedesátiminutovou hydraulickou retenční dobou bude zpravidla produkovat požadovaný výsledek za předpokladu, že rozdělení na jednotlivá oddělení, která vyžaduje navržení vstupní konfigurace, poskytne správný stupeň dispergace společně s vhodnou směšovací energií, která zvyšuje biologickou vložkovou nukleaci a agregaci. Relativní umístění přetokových a podtokových příček závislé na spodní hladině vody a podlaze reakční nádrže je znakem vynálezu. Otevřená plocha podtokové příčky je omezena tak, aby generovala vysokou podtokovou energii, která bude nejméně trojnásobkem průměrné proudové energie v přetokovém proudě. Podtoková volná plocha používá frakci dostupné délky podtokové příčky. Vysokoenergetické směšovací režimy se tedy generují v blízkosti podlahových sekcí reakční nádrže, které jsou sledovány redukovánými energetickými flukтуаčně agregacími zónami v horní zóně, vytvořené přetokovými přepážkami. Konfigurace geometrie vstupuje je navržena tak, aby podpořily impulzové energetické zóny, které zajistí přenos vloček a růst vloček, společně s biologickými reakcemi odstraňování rozpustných BOD a konverzí na intracelulární zásobní produkty, částečnou denitrifikaci a uvolňováním fosforu pomocí biologických fosfor maskujících mikroorganismů, které jsou způsobeny růstem biomasy.

Přestože všechny výše popsané způsoby probíhají v jednonádobovém provedení reaktoru, výhodné provedení používá čtyřnádržové zařízení nebo čtyřmodulové zařízení. Každý modul může obsahovat jednu nádrž až kombinaci N nádrží (přičemž $N \geq 1$). Faktorační čtyř modulů je závislá na nastaveném (navrženém) čtyřhodinovém cyklu, na jehož základě byla navržena geometrie nádrže. Odborníkům v daném oboru je zřejmé, že lze rovněž použít další faktorační čísla, například 3 a 5. Takový design splňuje specifické požadavky kladené na (hydraulické) rozdělení obsahu, manipulaci s organickým obsahem, biologické zpracování (včetně souběžně probíhající nitrifikace a denitrifikace a biologického odstraňování fosforu), uspokojení poptávky po kyslíku automatickým řízením BIORATE, maximalizaci kyslíkové přenosové účinnosti, optimalizaci separace pevných částic a kapaliny ve vztahu k dekantací hloubce a zpracovanému odtoku odstraněnému dekantaci. Čtyřmodulové výhodné provedení pracuje v každém případě jako účinný kontinuální proces s příjmem přítokového proudu a kontinuálním vypouštěním odtokového proudu ze zařízení, přičemž průtok má hodinovou konstantní rychlost, odpovídající aktuálnímu dekantacímu objemu, který je odstraňován z modulu. I když lze použít různé protokoly, rychlost vypouštění je při každé dekantací sekvenci konstantní. Výhodné provedení je konfigurováno pro operaci přerušujícího tečení, po které následuje čtyřmodulové (čtyřnádržové) zpracování. Modul

může být uspořádán tak, aby měl přítok na jedné straně modulu (nádrže) a dekantační odtok na protilehlém konci nebo na vzdáleném konci modulu (nádrže), nicméně umístěný na podélných stěnách nádrže (viz obr. 6 (a) až 6 (g)). Odpadní voda z domácností zpravidla obsahuje 300 mg/l TSS, 55 mg/l TKN, která má být zpracována proudovým rozmezím 6 x ADWF bude vyžadovat, aby vstupní zóna tvořila až 8 % celkové plochy nádoby. Tato zóna je v každém reaktoru rozdělena minimálně na 5 a zpravidla na 8 až 14 podzón, přičemž každý reaktor má objemovou frakci, která nejprve generuje v první směšovací zóně spotřebu kyslíku přesahující 20 mg O₂/gVSS/h. Objemová frakce směšovací provozní tekutiny obsahující suspendované pevné látky čerpané z hlavního reaktoru bude zpravidla představovat 20 % až 33 % průměrného přítokového odpadního proudu. Přetokové příčkové uspořádání je na jedné straně reakční nádrže zakončena tak, že polovina smíšeného proudu odtéká do určitého místa, které se nachází na druhé straně hlavní reakční nádrže.

Čerpání smíšené tekutiny obsahující pevné látky pokračuje po celou dobu trvání celého cyklu. Přítokový proud odpadní vody se během usazovací sekvence přeruší. Odpadní kal se shromažďuje ze zóny následující za vstupním biologickým selektorem a odstraňuje se během provzdušňovací sekvence nebo během neprovzdušňovací usazovací sekvence. Rozměry nádrže reaktoru se zpravidla zvolí tak, aby mohla dosahovat až 15 kg na m² reakční plochy; a pokud má být reaktor použit k účinnému odstraňování živin z odpadní vody, 0,33 až 0,40 kg BOD na m³ při frakčním dekantačním objemu 0,46. Dekantační hloubková rychlost odstraňování kapaliny dosahuje až 38 mm/min v případě, že se nepřidá fosforová sraženina. Pokud se přidá fosforová sraženina, pro normální suché zpracování se tato hloubková rychlost může zvýšit na 44 mm/min. Obsah proudu pevných látek v nádrži dosahuje až 15 kg MLSS/m² a 10 kg TKN/kg MLSS/m²/d, přičemž obsah první nádrže tvoří 20 % a obsah následné nádrže tvoří 30 %.

Další vývoj systému je směřován na zabudování přichyceného růstového média do systému za účelem zvýšení objemu biomasy, která se může ukládat v systému. V případě tohoto provedení se nádrž reaktoru s variabilním objemem rozdělí do tří zón.

První zónou je zóna biologického selektoru, jehož rozměry jsou přizpůsobeny pro čištění odpadní vody z domácností, která byla obecně již popsána. V případě čištění organických průmyslových odpadních vod se objem této frakce zvýší tak, aby zaujímal přibližně 12 % povrchové plochy nádrže. Tato zóna je rozdělena na jednotlivé oddíly již popsaným způsobem tak, aby umožňovala postupné odstraňování rozpustného substrátu. Za první zónou následuje druhá zóna, která je s první zónou propojena pomocí sdílené kapaliny. Zpětný proud smíšené provozní tekutiny odčerpávaný ze zóny 3 do zóny 1 pro aplikace, ve kterých přítok BOD dosahuje až 2000 mg/l nebo ze zóny 2 do zóny 1 se zvýší na dvojnásobek až trojnásobek průměrného přítokového proudu.

Zóny 1 a 3 jsou kontinuálně propojeny proudem sdílené tekutiny. Nahodilé složení v zóně 2 se nachází přibližně 0,4 metry ode dna nádrže reaktoru a 0,15 metru pod vyznačenou spodní hladinou vody. Zóna 2 je opatřena prostředky, které jsou schopny měnit intenzitu provzdušňování, přičemž zóna 1 má provzdušňovací difuzéry opatřené ventily, které umožňují provádět obvyklé provzdušňování a/nebo řízení míchání.

Odborníkům v daném oboru je zřejmé, že stejný pracovní způsob a způsob kontroly lze aplikovat i na zpracování odpadních vod, ve kterých jde pouze o odstranění uhlíku, uhlíku a dusíku, uhlíku a fosforu nebo uhlíku, dusíku a fosforu.

Konečně je třeba uvést, že výše popsaná provedení mají pouze ilustrativní charakter a nikterak neomezuje rozsah vynálezu, jenž je jednoznačně vymezen přiloženými patentovými nároky.

PATENTOVÉ NÁROKY

- 5 1. Způsob zpracování odpadního materiálu, který zbavuje tento odpadní materiál složek obsahujících organický uhlík, dusík a fosfor, řízením metabolické aktivity mikroorganismů jediné aktivované kalové biomasy, řízeným provzdušňováním kombinovaných s cyklickým přerušováním provzdušňování a přerušovanou dekantací zpracovaného proudu v reaktoru (1), který
- 10 pracuje s proměnlivým objemem, je otevřen do atmosféry a obsahuje první zónu (3) mající neprovzdušňovaný reakční objem a částečně odděleně od první reakční zóny v sériovém zapojení druhou nebo poslední zónu (4), která má cyklicky provzdušňovaný objem a která obsahuje prostředky pro zavádění rozpuštěného kyslíku řízeným provzdušňováním, přičemž obě zóny mají společnou maximální vodní hladinu (7), přičemž tento způsob spočívá v tom, že se
- 15 – do reaktoru (1) zavádí odpadní materiál;
- alespoň část obsahu druhé nebo poslední zóny se převede do první zóny (3), kde se smísí a reaguje se zaváděným nezpracovaným odpadním materiálem a následně proudí z první
- 20 zóny (3) do druhé nebo poslední zóny (4), přičemž toto převedení probíhá, zatímco je alespoň druhá nebo poslední zóna (4) provzdušňována; a
- přeruší se proudění odpadního materiálu do první zóny (3), zatímco se tvoří supernatant a zatímco se zpracovaný proud odvádí z druhé nebo poslední zóny (4), **v y z n a ě u j í c í**
- 25 **s e t í m**, že se
- monitoruje koncentrace rozpuštěného kyslíku v biomase;
- monitoruje koncentrace biomasy ve druhé nebo poslední zóně (4); a
- 30 – monitoruje hladina vrstvy překrývající kal ve druhé nebo poslední zóně (4),
- přičemž
- 35 koncentrace rozpuštěného kyslíku v biomase se monitoruje v oblasti ležící ve směsi odpadního materiálu a mikroorganismů ve druhé nebo poslední zóně (4) nebo v trubici, skrze kterou je biomasa z této druhé nebo poslední zóny (4) čerpána a stanoví se rychlost využívání rozpuštěného kyslíku;
- 40 po ukončení odstraňování zpracovaného proudu proběhne sekvence provzdušňování, během které se odpadní materiál zavádí do druhé nebo poslední zóny (4) a která nastaví koncentraci rozpuštěného kyslíku na hodnotu nižší než 3 mg/l za současného zachování souběžně probíhající nitrifikace a denitrifikace; a
- 45 rychlost využití rozpuštěného kyslíku biomasou ve druhé nebo poslední zóně (4) se měří na konci provzdušňovací sekvence, naměřená rychlost se porovná s potenciální rychlostí využití kyslíku, která se určí měřením spotřeby kyslíku aktivovanou biomasou při přebytku rozpustného substrátu, a na základě tohoto srovnání se regulací doby trvání provzdušňovací sekvence a/nebo proudu vzduchu během provzdušňovací sekvence a regulací koncentrace biomasy ve druhé nebo
- 50 poslední zóně (4) se nastaví rychlost využití kyslíku na hodnotu kritické respirační rychlosti, která je nižší než potenciální rychlost využití kyslíku.
2. Způsob podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že se během sekvence přerušování provzdušňování odstraní až 40 % objemu reaktoru (1) rychlostí, která vylučuje unášení usazeného pevného podílu ze druhé nebo poslední zóny (4) reaktoru (1).
- 55

3. Způsob podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že se celkový oxidační redukční potenciál kombinovaného proudu tekutiny procházejícího druhou nebo poslední zónou (4) pohybuje od -150 mV do -200 mV, vztaženo k vodíkové referenční elektrodě.
- 5 4. Způsob podle nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že se odpadní materiál odpovídající až 40 % objemu reaktoru (1) zavede do první zóny (3) během sekvence nastaveného provzdušňování, jehož trvání odpovídá celkovému času jednoho cyklu po odečtení doby trvání sekvence, během které se za přerušení provzdušňování odstraňuje tekutina a odvádí zpracovaný proud.
- 10 5. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že oxidačně redukční potenciál odděleného kalu ve druhé nebo poslední zóně (4) poklesne během 90 minut sekvence pozastavení provzdušňování na -150 mV až -200 mV.
- 15 6. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že alespoň 10 min po přerušení dodávky vzduchu zůstává biomasa ve druhé nebo poslední zóně (4) v pohybu.
- 20 7. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že se hodnoty koncentrace rozpuštěného kyslíku ve druhé nebo poslední zóně (4) měří a monitorují automaticky *in situ* v intervalu 10 s až 20 s po přerušení dodávky vzduchu.
- 25 8. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že zatížení celkového Kjeldahlova dusíku (TKN) použitého v aktivovaném kalu v reaktoru (1) dosahuje přibližně až 10 kg TKN/kg MLSS/d/m² ve 30 %.
- 30 9. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že zatížení celkového fosforu použité v pevném podílu aktivovaného kalu v reaktoru (1) dosahuje přibližně 2 kg fosforu/kg MLSS/d/m².
- 35 10. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 1 až 9, **vyznačující se tím**, že se koncentrace rozpuštěného kyslíku ve druhé nebo poslední zóně (4) nastaví na méně než 0,7 mg/l, průměrně, po dobu 75 % provzdušňovací sekvence a na 2 mg/l až 3 mg/l po zbývajících dobu provzdušňovací sekvence.
- 40 11. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 1 až 10, **vyznačující se tím**, že se odpadní materiál zpracuje za použití populace mikroorganismů aklimatizované na kontaminační látky odpadního materiálu a jejich koncentrace v odpadním materiálu, přičemž uvedená populace mikroorganismů zahrnuje:
- mikroorganismy schopné odstranit sloučeniny uhlohydrátového typu;
 - nitrifikační mikroorganismy schopné převést dusík amoniaku alespoň na dusík dusitanu,
 - 45 – fakultativní mikroorganismy schopné denitrifikovat dusitan,
 - fakultativní mikroorganismy schopné redukovat dusík dusičnanu na dusík dusitanu až na plynný dusík a
 - 50 – mikroorganismy odstraňující fosfor, které jsou schopny biologicky odbourat dostupné rozpustné sloučeniny obsahující fosfor.
12. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 1 až 11, **vyznačující se tím**, že koncentrace pevného podílu smíšeného louhu ve druhé nebo poslední zóně (4) se snímá a zaznamenává

v momentu ukončení dodávky vzduchu do reaktoru (1) a rychlost spotřeby rozpuštěného kyslíku se snímá, zaznamenává a analyzuje po ukončení dodávky kyslíku.

5 13. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 1 až 12, **vyznačující se tím**, že se snímané provozní hodnoty zpracují a použijí pro stanovení:

- doby čerpání odpadního kalu;
- doby trvání provzdušovací sekvence pro následující cyklus;
- 10 – průtoku vzduchu pro následující cyklus; a
- nastavení hodnoty koncentrace rozpuštěného kyslíku,

15 tak, aby byly provozní podmínky stanovené na konci předchozí provzdušňovací sekvence ve druhé nebo poslední zóně (4) dostatečné pro udržení kritické respirační rychlosti.

20 14. Způsob podle nároku 13, **vyznačující se tím**, že se snímané provozní hodnoty zpracují a dále použijí pro určení rychlosti vzrůstu koncentrace kyslíku na počátku provzdušňovací sekvence.

15 15. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 1 až 14, **vyznačující se tím**, že se provádí korekce pH hodnoty u proudu přiváděné odpadní vody.

25 16. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 1 až 15, **vyznačující se tím**, že rychlost spotřeby rozpuštěného kyslíku nebo naměřená rychlost potenciální spotřeby rozpuštěného kyslíku v počátečním objemu dosahuje alespoň 20 mg O₂/g VSS/h.

30 17. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 1 až 16, **vyznačující se tím**, že odpadní materiál je domácí odpad, průmyslový odpad, komunální odpad, včetně lidských výkalů, odpadu vznikajícího při koupání, odpadu vznikajícího při praní, odpadu vznikajícího při přípravě pokrmů, a jejich kombinace.

35 18. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 1 až 17, **vyznačující se tím**, že maximální rychlost spotřeby kyslíku biomasou ve druhé nebo poslední zóně (4), měřeno za použití poměru biologických pevných látek ku zaváděnému proudu odpadního materiálu 80 %:20 %, dosahuje v průměru alespoň trojnásobku kritické respirační rychlosti spotřeby kyslíku biomasou ve druhé nebo poslední zóně (4), měřeno a vypočteno denně za použití senzoru pro měření rozpuštěného kyslíku.

40 19. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 1 až 18, **vyznačující se tím**, že zatížení pevných látek dosahuje přibližně až 20 kg MLSS/m² reakční plochy.

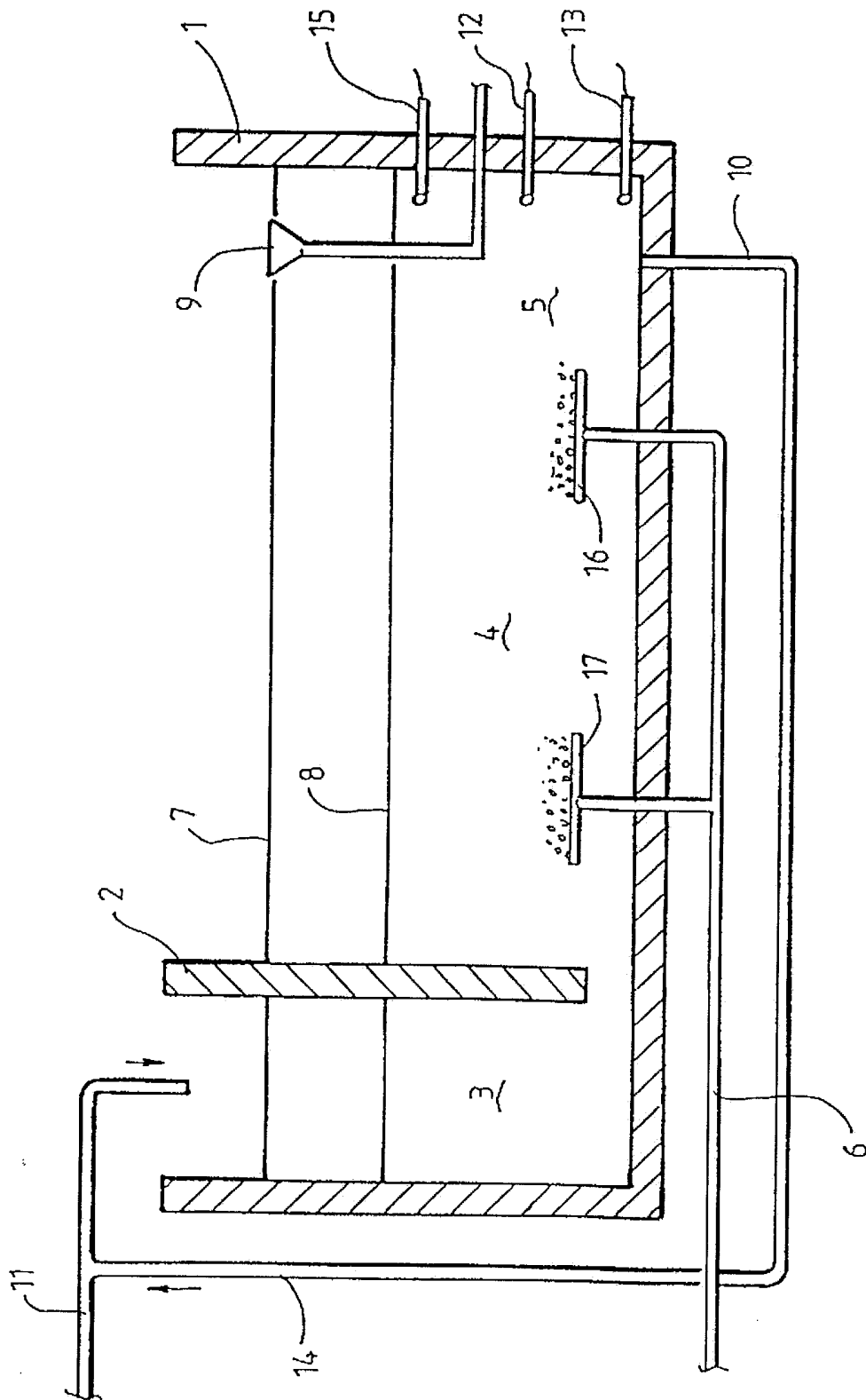
45 20. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 1 až 19, **vyznačující se tím**, že oxidačně redukční potenciál biomasy určuje kritickou respirační rychlost.

21. Zařízení pro zpracování odpadního materiálu zbavujícího tento odpadní materiál složek obsahujících uhlík, dusík a fosfor řízením metabolické aktivity mikroorganismů jediné aktivované kalové biomasy, přičemž uvedené zařízení zahrnuje

- 50 – reaktor (1) otevřený do atmosféry a obsahující první zónu (3), která je částečně oddělena od druhé nebo poslední zóny (4) k umožnění společné hladiny (7) v obou zónách (3) a (4) a která je v sériovém zapojení s touto druhou nebo poslední zónou (4), která obsahuje prostředky pro zavádění rozpuštěného kyslíku;

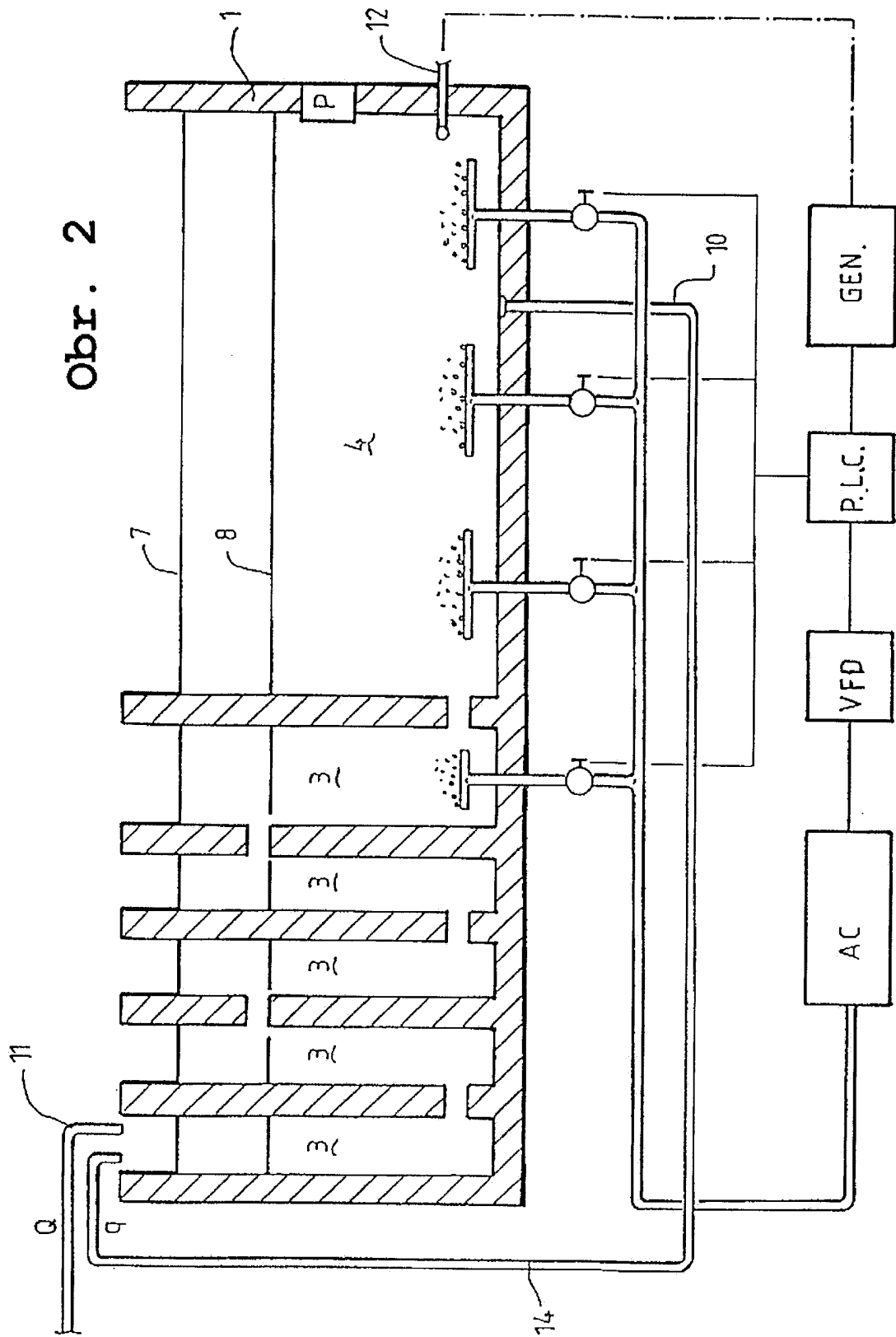
55

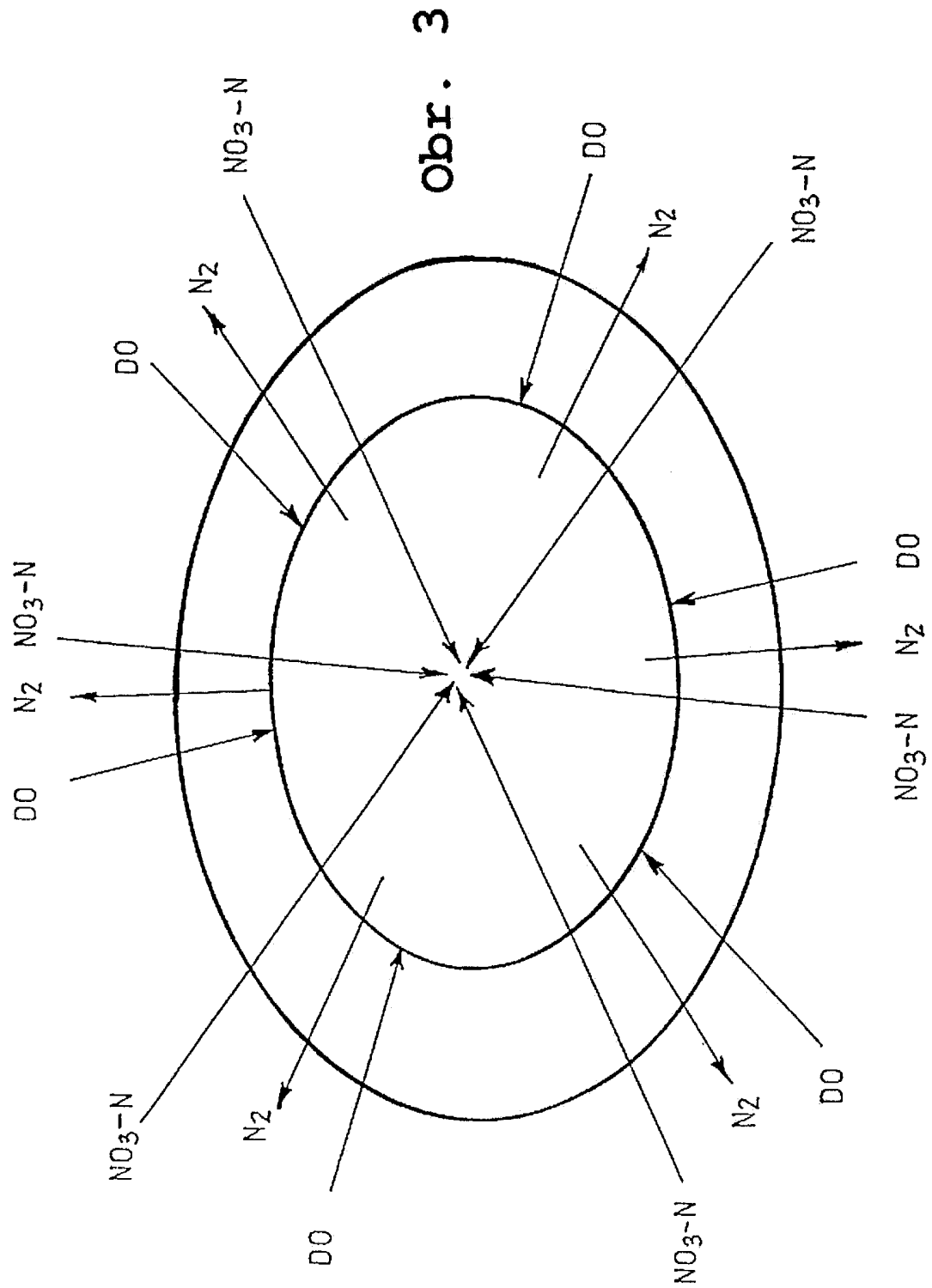
- prostředek (11) pro zavádění odpadu do první zóny (3) reaktoru (1);
 - transportní prostředky (10,14) směsi kapaliny a mikrobiálního materiálu, které se nacházejí mezi druhou nebo poslední zónou (4) a první zónou (3) pro převod alespoň části obsahu druhé nebo poslední zóny (4) do první zóny (3);
 - prostředek (6) pro převod vzduchu do druhé nebo poslední zóny (4) umístěný v druhé nebo poslední zóně (4);
 - programovatelný logický řídicí prostředek pro řízení provozních sekvencí probíhajících v zařízení; a
 - prostředek (9) pro dekantaci povrchové kapaliny umístěný v druhé nebo poslední zóně (4),
- vyznačující se tím**, že dále obsahuje:
- přístroj (13) pro monitorování koncentrace biomasy ve druhé nebo poslední zóně (4);
 - detektor (15) pro monitorování polohy kalové vrstvy ve druhé nebo poslední zóně (4);
 - senzor (12) pro monitorování koncentrace rozpuštěného kyslíku v biomase v místě uvnitř směsi odpadního materiálu a mikrobiálního materiálu ve druhé nebo poslední zóně (4) nebo v potrubí, kterým se biomasa z druhé nebo poslední zóně (4) odčerpává; a
 - programovatelné logické kontrolní zařízení pro řízení nastavené hodnoty profilu koncentrace rozpuštěného kyslíku společně s nastavenou hodnotou rychlosti spotřeby kyslíku, a ventily pro uzavěr přívodu vzduchu v potrubí pro zavádění vzduchu do druhé nebo poslední zóny (4).
- 22. Zařízení podle nároku 21, vynalézající se tím**, že prostředek (6) pro přenos vzduchu do druhé nebo poslední zóny (4) zahrnuje provzdušňovací difúzní mřížkové sestavy (16, 17) umístěné na dně nebo u dna neboli základny druhé nebo poslední zóny (4).
- 23. Zařízení podle nároku 22, vynalézající se tím**, že provzdušňovací difúzní mřížkové sestavy, (16, 17) jsou regulovány regulačním ventilem poháněným motorem, který může být střídavě uzavřen a otevřen nebo který funguje v souladu s nastaveným programem pro provzdušňovací operaci.
- 24. Zařízení podle kteréhokoli z nároků 21 až 23, vynalézající se tím**, že senzorem (12) pro monitorování koncentrace rozpuštěného kyslíku v biomase je elektronický senzor schopný měřit rychlost změny koncentrace rozpuštěného kyslíku.
- 25. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 21 až 24, vynalézající se tím**, že druhá nebo poslední zóna (4) tvoří více než 50 % celkového objemu reaktoru (1).
- 26. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 21 až 25, vynalézající se tím**, že uvedená druhá zóna (4) reaktoru (1) má na sebe přichycena růstová média (5) přítomná ve formě nahodile rozmístěných médií.
- 27. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 21 až 26, vynalézající se tím**, že reaktor (1) má formu nádrže se svažujícími se hliněnými, membránou potaženými a betonem stabilizovanými nebo beton zadržujícími stěnami nebo formu nádrže s betonovými stěnami nebo nádrže vyrobené z konstrukční oceli.

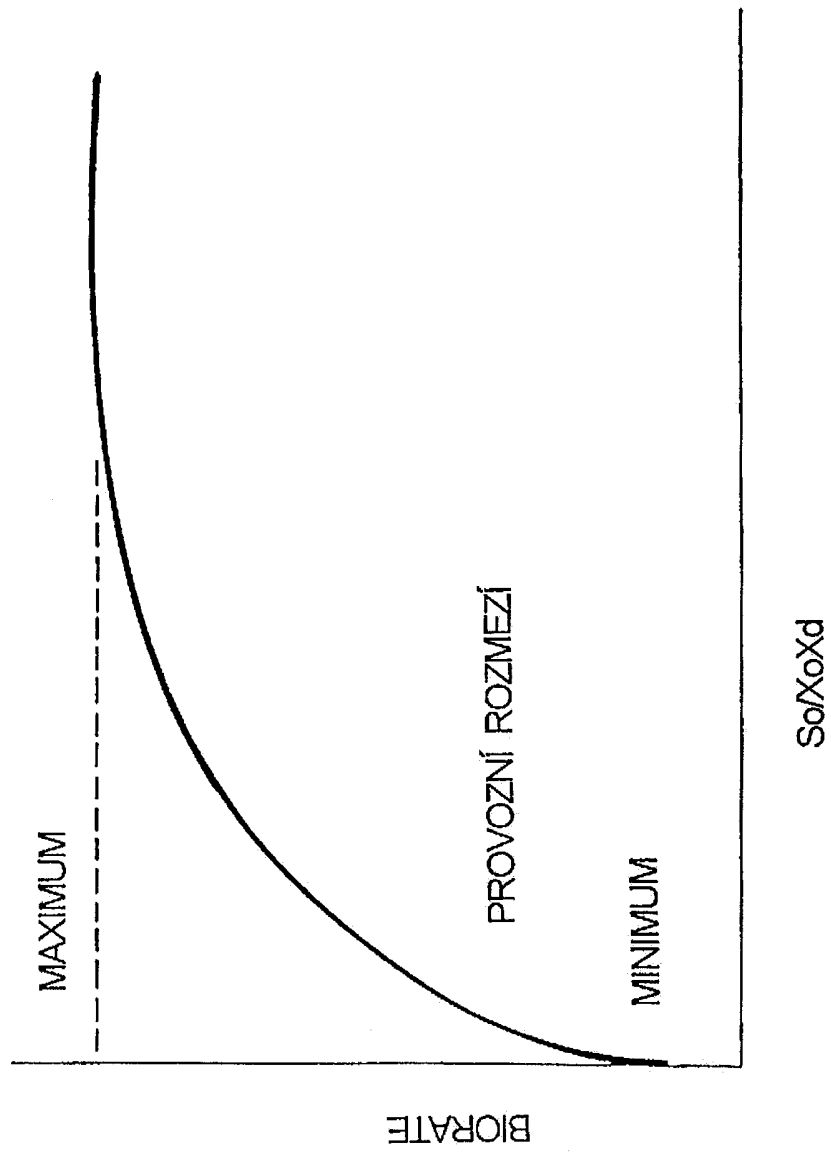


Obr. 1

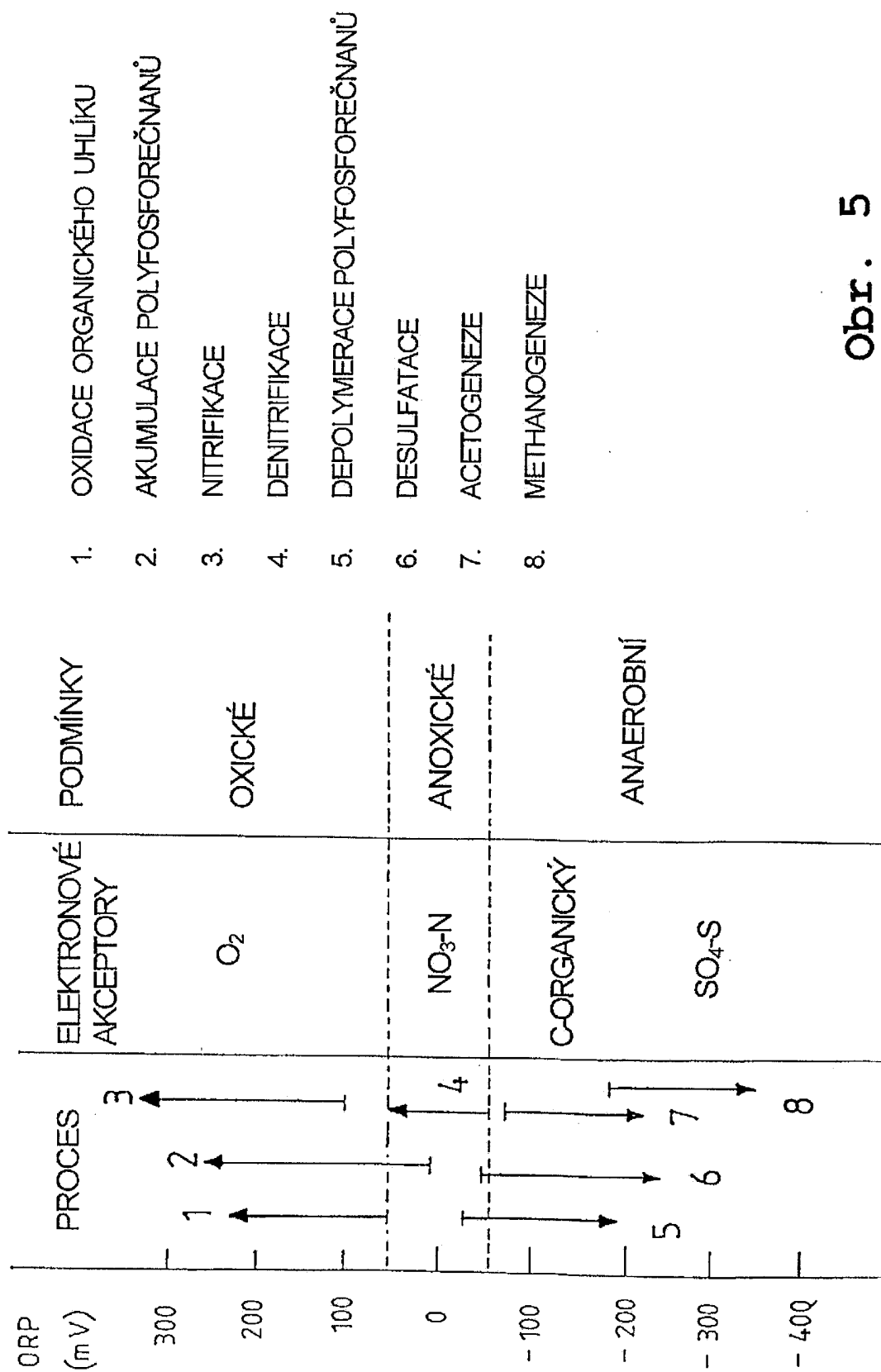
Obr. 2



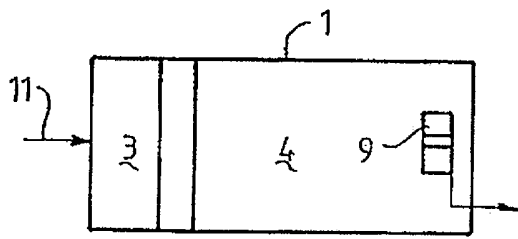




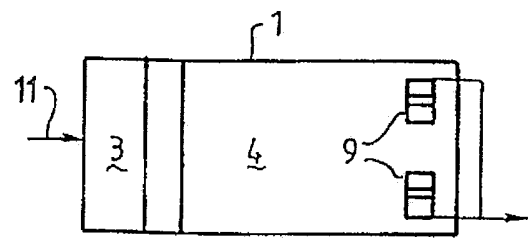
Obr. 4



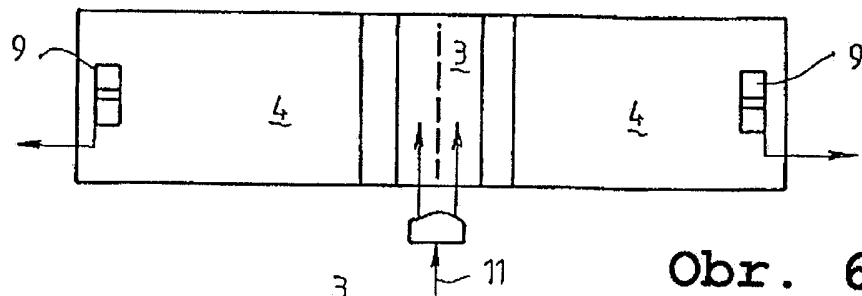
Obr. 5



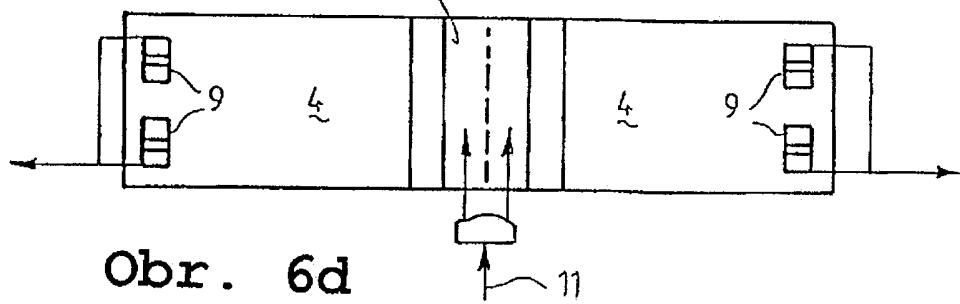
Obr. 6a



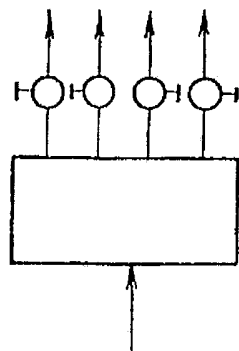
Obr. 6b



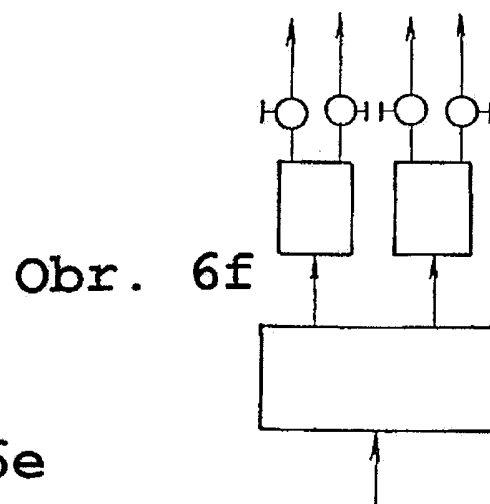
Obr. 6c



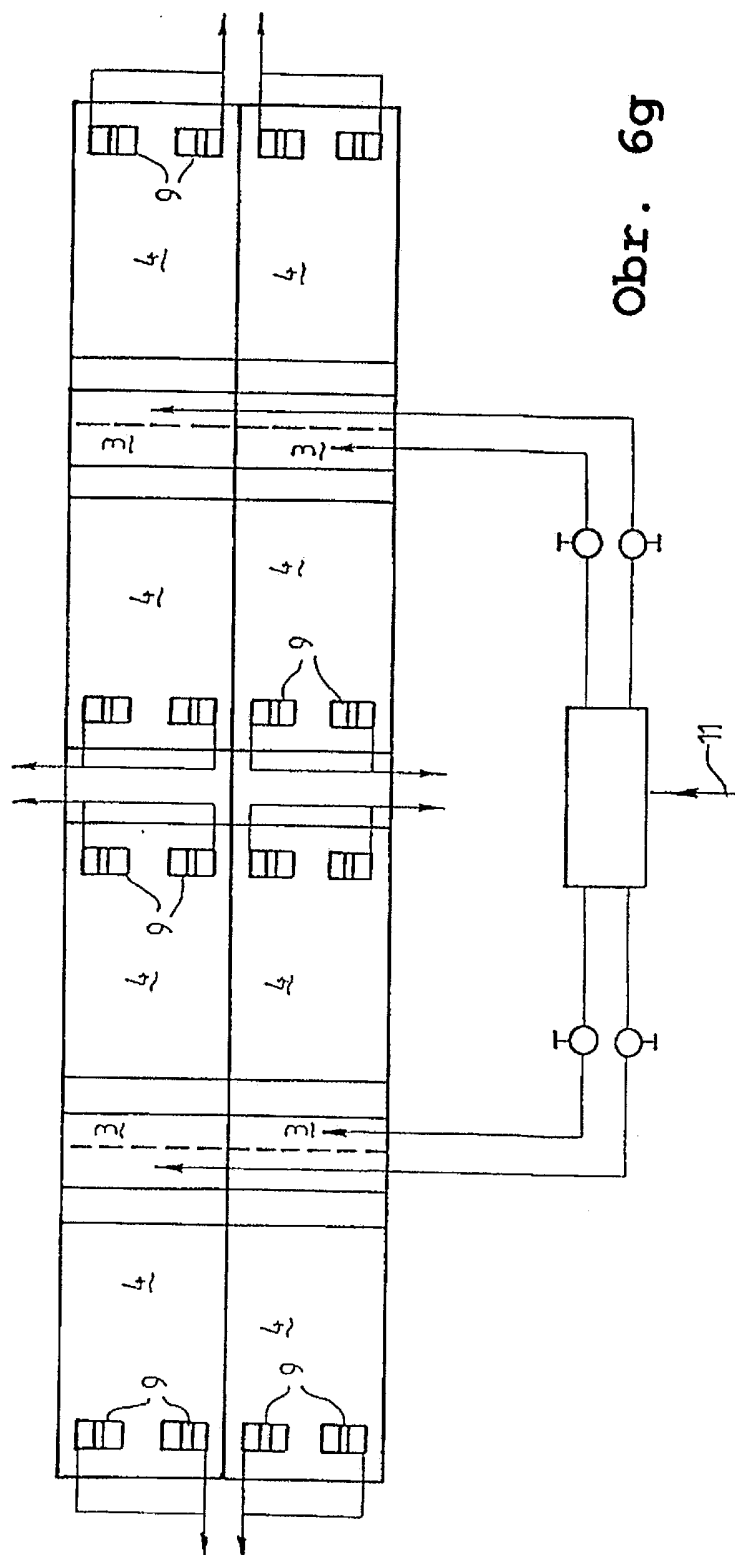
Obr. 6d



Obr. 6e



Obr. 6f



Obr. 6g

Konec dokumentu